



**Universidade de  
Aveiro  
2018**

Departamento de Economia, Gestão,  
Engenharia Industrial e Turismo

**MARIANA ALMEIDA  
MAIA**

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DMAIC A UM  
PROCESSO DE SATISFAÇÃO DE ENCOMENDAS NA  
INDÚSTRIA CERÂMICA**



**Universidade de  
Aveiro  
2018**

Departamento de Economia, Gestão,  
Engenharia Industrial e Turismo

**MARIANA ALMEIDA  
MAIA**

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DMAIC A UM  
PROCESSO DE SATISFAÇÃO DE ENCOMENDAS NA  
INDÚSTRIA CERÂMICA**

Projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizado sob a orientação científica da Doutora Carina Maria Oliveira Pimentel, Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro

*If I have seen further it is by standing on the shoulders of giants.*  
Isaac Newton

## **o júri**

presidente

**Prof<sup>a</sup>. Doutora Maria João Machado Pires da Rosa**  
Professora Auxiliar, Universidade de Aveiro

**Prof. Doutor Manuel Augusto de Pina Marques**  
Professor Auxiliar, Universidade do Porto - Faculdade de Engenharia

**Prof<sup>a</sup>. Doutora Carina Maria Oliveira Pimentel**  
Professora Auxiliar, Universidade de Aveiro

## **agradecimentos**

Agradeço à minha orientadora, Carina Pimentel, pela disponibilidade em esclarecer todas as dúvidas que surgiram ao longo deste projeto e pela orientação em relação ao rumo atribulado do mesmo.

Ao meu orientador, Fernando Teixeira, pela confiança depositada no meu trabalho e pelos ensinamentos, profissionais e não só, que me transmitiu no decorrer do estágio.

À minha mãe, por tornar possível esta oportunidade, bem como qualquer outra que eu queira agarrar, pelo apoio incondicional e por todo o esforço que sempre despendeu por mim.

A todos os meus amigos e família, que sempre tiveram uma palavra de motivação nos momentos mais complicados e uma palavra de felicitação nos momentos mais prósperos.

Agradeço, em especial, ao grupo de amigos que levo de Aveiro para sempre no coração, por todos os bons momentos que me proporcionaram ao longo de cinco anos.

**palavras-chave**

Metodologia DMAIC, planeamento e controlo de produção, teoria das restrições, nivelamento de produção, gestão de informação

**resumo**

O presente trabalho surgiu no contexto do planeamento e controlo de produção (PCP), no departamento de logística, para solucionar um conjunto de problemas resultantes da introdução de uma nova linha de produtos e, inerentemente, de um novo processo produtivo. Devido à alteração do paradigma habitual revelaram-se diversas dificuldades que prejudicaram o serviço ao cliente.

A metodologia DMAIC foi aplicada ao processo de satisfação de encomendas com o objetivo de identificar as dificuldades, melhorar o processo e melhorar a fiabilidade de datas de entrega de encomendas. Após a conclusão do projeto, verificou-se uma melhoria da capacidade do processo, bem como uma notória redução da percentagem de encomendas com atraso, alcançados através de novas práticas implementadas na empresa e da adaptação do PCP a uma abordagem pela teoria das restrições em conjunto com nivelamento de produção.

**keywords**

DMAIC methodology, production planning and control, theory of the constraints, production leveling, information management

**abstract**

The present work ascended in the context of the production planning and control (PPC) process in the logistics department, to solve the problems resulting from the introduction of a new range of products and, inherently, a new production process. Due to the change of the usual paradigm there were several difficulties that hindered customer service. The DMAIC methodology was applied to the orders fulfillment process in order to identify the issues and improve the process and the reliability of delivery dates.

At the end of the project, there was an improvement in the process capacity, as well as a noticeable reduction of the percentage of delayed orders, achieved through new practices implemented in the company and the introduction of the theory of constraints and of the production leveling based approaches.





# Índice

1. Introdução.....	1
1.1. Motivação e contextualização do projeto .....	2
1.2. Objetivos e Metodologia .....	3
1.3. Estrutura do Documento .....	5
2. Contextualização teórica.....	7
2.1. Planeamento e controlo da produção (PCP).....	7
2.1.1. MRP, MRPII e ERP .....	9
2.1.2. Teoria das restrições .....	12
2.1.3. Nivelamento de produção – <i>Heijunka</i> .....	16
2.1. Sistemas de Informação (SI) .....	21
2.2. Metodologia DMAIC.....	26
2.3. <i>Business Process Management</i> (BPM) e notação BPMN .....	31
3. Enquadramento do projeto na empresa.....	33
3.1. Apresentação da empresa.....	33
3.1.1. Vista Alegre Atlantis, SA.....	33
3.1.2. Cerexport .....	35
3.2. Descrição do processo produtivo.....	37
3.3. Apresentação do projeto.....	43
4. Trabalho desenvolvido .....	45
4.1. Fase 1 – <i>Define</i> .....	45
4.2. Fase 2 – <i>Measure</i> .....	47
4.3. Fase 3 – <i>Analyze</i> .....	50
4.3.1. Identificação das coleções críticas .....	50
4.3.2. Identificação de causas para o incumprimento de datas de entrega de encomendas.....	52
4.3.3. Análise das causas principais para o incumprimento de datas de entrega de encomendas.....	53
4.4. Fase 4 – <i>Improve</i> .....	57
4.4.1. Uniformização de informação .....	57
4.4.2. Alteração das Folhas de Registo .....	60
4.4.3. Melhorias sistema ERP (SAP).....	62

4.4.4. Planeamento e controlo de produção na operação de decoração.....	64
4.5. Fase 5 – <i>Control</i> .....	68
5. Conclusões e trabalho futuro.....	73
Referências bibliográficas .....	75
Anexo I – Elementos utilizados na notação BPMN, adaptado de (Object Management Group (OMG), 2011). .....	81
Anexo II - Planta da unidade industrial Cerexport.....	83
Anexo III – Tabela de conversão DPMO em valor de sigma, fonte: (Eckes, 2001). .....	84
Anexo IV – Exemplo de desdobramento de referências. ....	85
Anexo V – Diagrama BPMN do processo de satisfação de encomendas. ....	86
Anexo VI – Número de peças por <i>kanban</i> consideradas para o quadro de nivelamento de decoração. ....	87
Anexo VII – Número de <i>kanbans</i> planeados e produção real da célula de decoração (março 2018).....	88
Anexo VIII – Número de <i>kanbans</i> planeados e produção real da célula de decoração (abril 2018).....	89

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Níveis de planeamento e controlo, adaptado de Harrison & Petty (2002) .....	7
Figura 2 – Exemplo de árvore de estrutura do produto (BOM), adaptado de Shih (2014). .....	10
Figura 3 – Comparação entre produção push e produção nivelada, adaptado de Johnston (2013). .....	18
Figura 4 - Heijunka box, adaptado de (Lean Enterprise Institute, 2016). .....	20
Figura 5 - Exemplo de diagrama de Ishikawa (Eckes, 2003).....	30
Figura 6 - Marca Vista Alegre (desde 2008).....	33
Figura 7 - Organigrama Cerexport. ....	36
Figura 8 - Fluxograma do processo produtivo de Grés de Mesa (novembro, 2017). ....	40
Figura 9 - Exemplo de gama operatória referência 31. ....	41
Figura 10 - Exemplo de lista técnica (BOM). ....	42
Figura 11 - Diagrama de Pareto - problemas com satisfação de encomendas.....	49
Figura 12 - Diagrama de Pareto – unidades PA em atraso, por coleção (novembro 2017). .....	51
Figura 13 – Número de unidades PA encomendadas, por coleção (novembro 2017). ....	51
Figura 14 - Diagrama de Ishikawa – causas para o incumprimento de datas de entrega de encomendas. ....	53
Figura 15 -Output célula de decoração - outubro 2017. ....	54
Figura 16 - Output célula de decoração - novembro 2017. ....	54
Figura 17 - Output célula de decoração - dezembro 2017. ....	54
Figura 18 - Quadro de nivelamento de produção da operação de decoração e exemplo de kanban.....	55
Figura 19 - Tempo de processamento operação de decoração e kanban (referência 35002206). ....	65
Figura 20 - Vendas de produtos com operação de decoração (referente ao ano 2017 e 1º trimestre de 2018). ....	67
Figura 21 - Output célula de decoração (março 2018). ....	69
Figura 22 - Output célula de decoração (abril 2018). ....	69
Figura 23 - Número de unidades PA encomendadas, por coleção (março 2018).....	70
Figura 24 - Diagrama de Pareto – unidades PA em atraso, por coleção (março 2018). ...	70

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Exemplo de lista técnica (BOM) indentada, adaptado de Shih (2014).....	11
Tabela 2 – Heijunka por tipo de produto, exemplo adaptado de Lean Enterprise Institute (2016).....	19
Tabela 3 - Indicadores de desempenho da qualidade dos dados técnicos, adaptado de Courtois et al., (2006). ....	23
Tabela 4 – Informação a incluir numa gama operatória (Courtois et al., 2006; Greene, 1986). ....	24
Tabela 5 - Formulário de recolha de defeitos, adaptado de (Pyzdek, 2003). ....	28
Tabela 6 - Categorias utilizadas no diagrama de Ishikawa, adaptado de Ishikawa (1976) e Liliana (2016). ....	29
Tabela 7 - Adaptado de Kumar & Sosnoski (2013) e Thakore et al., (2014) .....	31
Tabela 8 - Horários de trabalho, por secção. ....	37
Tabela 9 - Número de referências diferentes - Grés de Mesa (fevereiro 2018). ....	43
Tabela 10 - Tipos de problemas do processo de satisfação de encomendas. ....	48
Tabela 11 - Variáveis para o cálculo do número de DPMO. ....	49
Tabela 12 – Levantamento de erros no SAP. ....	57
Tabela 13 - Pressupostos de uniformização de designações de artigos.....	59
Tabela 14 - Pressupostos utilizados na definição da cor. ....	59
Tabela 15 - Alteração da FR 0086 - Folha de Registo de Vidragem. ....	61
Tabela 16 - Reformulação de listagem de necessidades de produção. ....	64
Tabela 17 - Dimensão e constituição do buffer de stock.....	67
Tabela 18 – Comparação de indicadores de desempenho do processo de satisfação de encomendas novembro 2017 e março 2018.....	71

## LISTA DE ABREVIATURAS

SI – Sistemas de Informação

PCP – Planeamento e Controlo da Produção

MPS – *Master Production Schedule*

MRP – *Materials Requirements Planning*

MRP II – *Manufacturing Resource Planning*

ERP – *Enterprise Resource Planning*

JIT – *Just-in-time*

TOC – *Theory of Constraints* | Teoria das Restrições

BOM – *Bill of Materials*

OPT – *Optimized Production Technology*

DBR – *Drum-Buffer-Rope*

SMED – *Single Minute Exchange of Die*

WIP – *Work in Progress*

CRP – *Capacity Requirements Planning*

DMAIC – *Define, Measure, Analyze, Improve, Control*

DPMO – Defeitos por milhão de oportunidades

BPM – *Business Process Management*

BPMN – *Business Process Modelling and Notation*

VA – Vista Alegre

VAA – Vista Alegre Atlantis, SGPS SA

SAC – Serviço de Apoio ao Cliente

AVID – Armazém de Vidrado

APA – Armazém de Produto Acabado

PA – Produto Acabado



# 1. INTRODUÇÃO

Desde sempre o ser humano cria objetos no entanto apenas durante a Revolução Industrial é que começaram a surgir instalações fabris (Hillier, 2006). Previamente, a criação de produtos não era feita de forma sistemática, mas sim por artesãos que trabalhavam sozinhos ou em pequenos grupos (Harrison & Petty, 2002).

*Today's businesses are competing increasingly on time and quality. Companies cannot survive if they fail to obtain competitive advantages by producing high quality products and services in shorter throughput time and quicker inventory turnover.* (Rahman, 1998)

Após a Revolução Industrial a maioria da produção era então centrada em fábricas. Inicialmente, com o objetivo de produzir o máximo possível, dentro de uma pequena variedade de produtos, o escalonamento da produção era muito simplificado, não especificando sequer o tempo de processamento total ou de cada operação individualmente, conforme descrito por Roscoe and Freark (1971) citados por Hillier (2006). Graças ao trabalho de pioneiros na área de escalonamento no início do século XX, como Henry Gantt, esta atividade tornou-se fulcral e levada cada vez com mais seriedade no ambiente industrial (Pinedo, 2016).

No ambiente competitivo em que nos encontramos atualmente é imprescindível para qualquer organização um planeamento atento da produção que possibilite a sobrevivência no mercado (Pinedo, 2016). A correta gestão de recursos beneficia, direta ou indiretamente, todos os *stakeholders* da organização através de redução de custos, melhoria do serviço ao cliente, aumento de produtividade, crescimento do negócio, entre outros.

Sendo o principal objetivo da gestão da produção o controlo do fluxo físico, é fulcral obter um controlo do fluxo de informação, pois é nela que se reflete o panorama físico da organização. Por esta razão é necessária comunicação com todas as funções existentes, tanto de forma direta, como através de documentos e de dados técnicos (Courtois, Pillet, & Martin-Bonnefous, 2006).

Com a introdução da era informatizada, apareceram os primeiros Sistemas de Informação (SI) que agregam todos esses dados com o fim de auxiliar a gestão da produção em ambiente organizacional. Courtois et al. (2006) referem que qualquer SI deve providenciar

aos gestores informação necessária para a realização das suas funções e aos dirigentes informação que suporte o sistema de apoio à decisão.

### 1.1. MOTIVAÇÃO E CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROJETO

As empresas precisam de cumprir os compromissos de datas de entrega acordados com os clientes sob o risco de perder a sua confiança e, consequentemente, os seus negócios. Por outro lado, é necessário escalonar as atividades a processar de forma a otimizar a utilização de recursos disponíveis. É na articulação entre as duas dimensões referidas, produtividade dos meios de produção e serviço ao cliente, que as atividades inerentes ao planeamento e controlo de produção tomam relevância.

Os objetivos do planeamento e controlo de produção são claros e diretos: descobrir que produtos produzir, quando e em que quantidades, tarefa essa que deve ser feita eficientemente – com custos reduzidos e garantindo o cumprimento de encargos (Schmenner, 1993).

Helms (2006) defende a emergente importância dada à programação da produção com a popularidade de filosofias *just-in-time* e de produção *lean*, que resultam em diminuição de níveis de *stock* e aumento da frequência com que o mesmo é repostado. Para além disso, as relações *business to business* (B2B) e *business to consumer* (B2C) têm sofrido notáveis melhorias permitindo a redução de tempo despendido no processo de compras, aumentando a expectativa de rápida satisfação dos clientes.

Para responder à necessidade de crescimento e atingir um mercado mais amplo, alcançando um maior número de clientes, a Vista Alegre decidiu entrar no mercado do retalho com os produtos de grés de mesa, fabricados na Cerexport. Surgiram, desta forma, inúmeros artigos novos e respetivas referências de produção e gamas operatórias.

Tratando-se de um produto recentemente introduzido na unidade industrial, com o grés de mesa surgiu um processo produtivo notoriamente díspar do qual a organização estava familiarizada. Até 2017, ano no qual foi apresentada a linha de grés de mesa, apenas eram produzidas peças cerâmicas de forno, cujo processo produtivo é bastante simples – conformação, vidragem, cozedura, escolha e embalagem – funcionando em fluxo e em lotes de produção de dimensão na ordem dos milhares. Também o número de referências a produzir era consideravelmente menor do que o atual e o desdobramento de produtos



quase inexistente, isto é, um tipo de peça em cru originava poucas variações de produto acabado.

O planeamento de produção atuava, essencialmente, na primeira operação do processo produtivo, a conformação – bem como nas áreas que produzem *inputs* para a mesma, como é o caso da modelação – e todas as restantes operações fluíam continuamente até à expedição do produto embalado.

A introdução destas novas coleções, no processo produtivo, foi bastante complexa, obrigando à introdução de novos centros de trabalho e consequentemente novas operações, diferentes gamas operatórias mais complexas e novas matérias-primas, com uma variedade muito superior, tendo levado ao surgimento de diversos constrangimentos.

Assim, na data de entrega das primeiras encomendas de grés de mesa, o *stock* definido ainda não estava disponível, ou era insuficiente para satisfazer a totalidade das encomendas, provocando diversos problemas a este nível, com impacto no nível de serviço ao cliente.

Por último, os Sistemas de Informação, apesar de terem sido adaptados à nova realidade, não tinham ainda sido testados e validados em contexto real.

No decorrer da produção dos novos produtos de grés de mesa, verificou-se a necessidade iminente de melhoria do processo de satisfação de encomendas, intimamente relacionado com as atividades do planeamento e controlo de produção, visto o nível de serviço ter reduzido consideravelmente. Desta forma, o processo foi analisado e foram delineadas ações de melhoria transversais aos constrangimentos referidos anteriormente, tendo em vista a melhoria do nível de serviço ao cliente.

## **1.2. OBJETIVOS E METODOLOGIA**

Pretende-se, essencialmente, melhorar a eficiência e reduzir a variação do processo de satisfação de encomendas. Paralelamente, este projeto tem como objetivos apoiar o agente de decisão no planeamento da produção e garantir fiabilidade das datas de entrega aos clientes, sendo estes os objetivos globais.

Por forma a atingir os objetivos supracitados, é necessário analisar o processo existente, apurar as causas de variação e implementar medidas de melhoria adequadas.

Inicialmente foram dedicadas cerca de 3 semanas para conhecimento do funcionamento da fábrica e dos processos existentes, nomeadamente o processo de planeamento e controlo de produção, bem como todos os processos diretamente relacionados. Esta fase é essencial pois permite obter um conhecimento do funcionamento real da unidade industrial e identificar oportunidades de melhoria para que sejam posteriormente estudadas e implementadas.

Paralelamente, foi iniciada a pesquisa e revisão de literatura, que se prolongou até ao culminar do projeto, acompanhando cada etapa do seu desenvolvimento.

Após a etapa de familiarização com o funcionamento da organização e do departamento de logística, foram seguidas as cinco fases da metodologia DMAIC.

Na primeira fase, com o objetivo de selecionar e definir um problema de um processo para aplicar a metodologia, este foi descrito e mapeado, de acordo com notação BPMN.

A segunda fase consistiu na medição e recolha de dados, durante um mês, que permitissem analisar o problema futuramente. Finalmente, foi medida a capacidade do processo para avaliar as melhorias implementadas, de acordo com a abordagem Six-Sigma.

Na terceira fase os dados recolhidos anteriormente foram organizados e analisados, permitindo identificar as causas para o problema e quantificá-las.

Seguidamente, na fase quatro, foram implementadas melhorias com o objetivo de eliminar ou reduzir o impacto das causas relacionados com o problema.

A última fase consistiu na criação de ferramentas e processos de controlo das melhorias que foram implementadas e dos procedimentos que foram alterados.

Todo o decorrer do trabalho desenvolvido e medidas implementadas foram devidamente acompanhados e controlados, de forma a permitir avaliar e tirar conclusões sobre a evolução do projeto.

### **1.3. ESTRUTURA DO DOCUMENTO**

Este documento está estruturado em cinco capítulos, sendo o primeiro a introdução, na qual esta secção se encontra incluída.

O primeiro capítulo contém uma pequena introdução, motivação e contextualização do projeto no ambiente industrial, descrição dos objetivos que se pretende atingir e da metodologia selecionada para os alcançar.

No segundo capítulo são introduzidos alguns conceitos teóricos que serviram de base à elaboração do projeto e é apresentada uma breve revisão de literatura sobre cada um.

No terceiro capítulo é feito o enquadramento do projeto na empresa. O mesmo consiste na apresentação da organização, do seu funcionamento, processo produtivo e apresentação do projeto desenvolvido.

Posteriormente, no quarto capítulo é apresentado o trabalho desenvolvido ao longo do projeto, dividido nas cinco fases da metodologia DMAIC.

Finalmente, os resultados e as conclusões retiradas dos mesmos são apresentados no quinto capítulo, assim como sugestões de trabalho futuro a desenvolver na mesma área.



## 2. CONTEXTUALIZAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo são apresentados os conceitos teóricos que servem de base ao trabalho desenvolvido ao longo do projeto, para isso é feita uma breve revisão de literatura, organizada em quatro secções.

Na secção 2.1 é feita a revisão sobre planeamento e controlo da produção, bem como das diferentes abordagens existentes.

Na secção 2.1 é explorada a literatura sobre sistemas de informação e os diferentes tipos de dados que um sistema de informação aplicado à indústria de fabricação deve conter.

Na secção 2.2 é abordada a metodologia DMAIC, que será aplicada ao longo do projeto, e as diferentes ferramentas utilizadas no decorrer do trabalho.

A secção 2.3 foca-se na gestão de processos de negócio, com ênfase na notação BPMN, utilizada para modelação de processos de negócio.

### 2.1. PLANEAMENTO E CONTROLO DA PRODUÇÃO (PCP)

Gibson, Grrenhalgh, & Kerr (1995) consideram existirem três níveis de planeamento numa organização, ordenados de forma hierárquica, sendo cada nível mais agregado e correspondente a um horizonte temporal mais longo que o nível abaixo. Para além desta abordagem, bastante comum na literatura relacionada com este tema, Harrison & Petty (2002) subdividem os três níveis habituais em subníveis mais específicos (Figura 1).

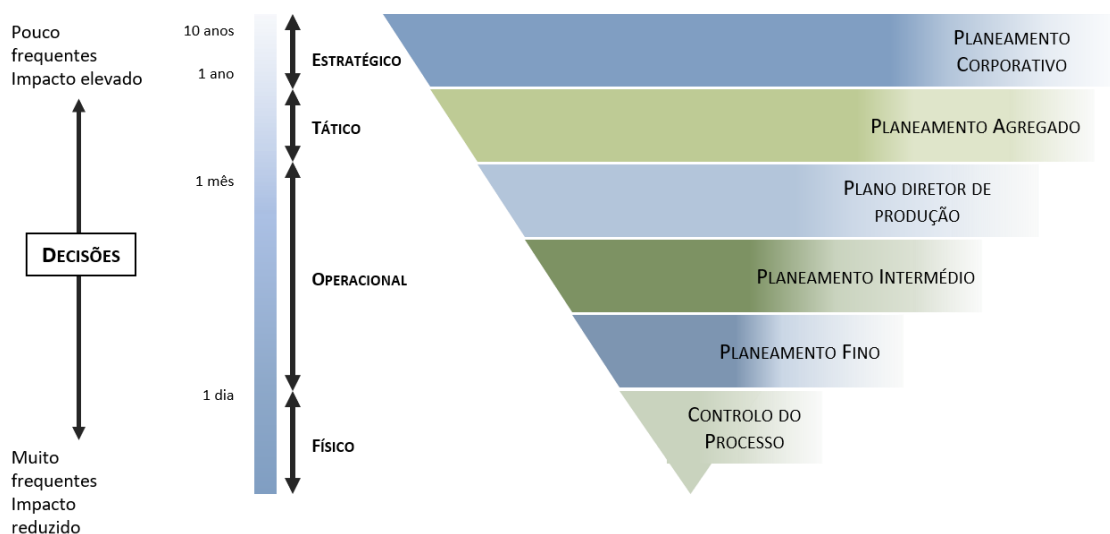


Figura 1 - Níveis de planeamento e controlo, adaptado de Harrison & Petty (2002)

Ao nível estratégico, encontram-se na literatura análises sobre a forma como os sistemas de produção devem ser projetados para maximizar os lucros a longo prazo (Kim & Glock, 2017). No nível tático, os estudos focam-se na investigação de oportunidades de investimentos que permitam modernizar o equipamento de produção, reduzindo custos de *setup*, *lead times* ou aumentando capacidade produtiva. Ao nível operacional, os autores referem a existência de literatura sobre o desenvolvimento de métodos que apoiem as tomadas de decisão, como é o caso do escalonamento, ajudando a determinar a ordem e dimensão de lotes de produção, sequências de produção e datas de entrega, resultando numa utilização de recursos da forma mais eficiente possível (Kim & Glock, 2017).

O planeamento estratégico relaciona-se com a estratégia e a orientação do negócio da organização, definidos pela administração e resulta num plano agregado feito para a planta fabril no geral, habitualmente no período de um ou mais anos, define níveis de produção para a unidade fabril, como um todo, ou para grupos de produtos que utilizam instalações em comum (Gibson et al., 1995; Harrison & Petty, 2002).

No nível de planeamento tático o plano anterior é desagregado originando o *Master Production Schedule* (MPS) que, para cada tipo de produto acabado, define as quantidades a produzir e a respetiva calendarização, tipicamente numa escala temporal de um mês a um ano. A partir desse plano, as quantidades a adquirir de cada componente e matéria-prima são determinadas, através da execução do *Materials Requirements Planning* (MRP), procedendo-se posteriormente à calendarização das ordens a produzir e à afetação dos recursos disponíveis a cada operação (Gibson et al., 1995). Este plano tem como objetivo assegurar que a organização tem capacidade para atingir os objetivos estabelecidos no planeamento estratégico (Harrison & Petty, 2002).

O nível no qual deve ser criado o MPS é um tema pouco consensual na literatura, existindo diferentes visões, conforme os diversos autores. Por exemplo, Harrison & Petty (2002) afirmam que o MPS surge apenas no nível operacional do planeamento. No entanto Gibson et al. (1995) descrevem neste nível a execução diária do MPS, que terá sido definido no nível anterior. A monitorização das atividades da produção por forma a garantir a consecução dos objetivos e a tomada de medidas corretivas quando surgem problemas são aspetos comuns na literatura no nível operacional de planeamento (Gibson et al., 1995; Harrison & Petty, 2002).

Dada a importância e relevância da gestão da produção, surgem na literatura diversas abordagens relativamente ao PCP, entre as quais se incluem: *Manufacturing Resource*

*Planning* (MRP II), *Just-in-time* (JIT) e *Theory of Constraints* (TOC). Harrison & Petty (2002) alertam, no entanto, que nenhuma delas é garantia do sucesso por si só.

A abordagem MRP II funciona segundo um sistema *push*; após a receção do MPS, a produção é programada explodindo as listas técnicas desde o produto acabado até às matérias-primas, começando na data desejada de entrega e calculando para trás as necessidades de cada produto intermédio e componente, bem como a data na qual deve estar disponível e, conseqüentemente, a data na qual deve ser iniciada a sua produção (Chase, Aquilano, & Jacobs, 1998). A abordagem TOC foca o planeamento nos recursos gargalo, assegurando-se que a carga alocada aos mesmos não excede a sua capacidade, enquanto que os recursos não gargalo são planeados de forma a, apenas, suportarem o trabalho do recurso gargalo assegurando que o plano de produção é exequível (Chase et al., 1998). Neste caso, o tamanho dos lotes de produção e de transferência são, ambos, variáveis, tal não é possível recorrendo à abordagem MRP II. Por outro lado, a abordagem JIT obedece a um sistema *pull*, limitado a sistemas com produção repetitiva e complexidade muito reduzida (os produtos devem ser semelhantes ou ter uma variedade reduzida de opções), nos quais o trabalho só será executado quando a operação seguinte necessitar, e na quantidade que necessitar (Chase et al., 1998; Gupta & Snyder, 2009). A abordagem MRP II é a preferencial perante sistemas muito complexos, ou seja, com um elevado número de itens diferentes a serem processados (que aumentam com a procura de novas opções e novas cores) (Slack, Brandon-Jones, & Johnston, 2013).

Enquanto que as abordagens JIT e TOC procuram, de forma ativa, melhorar o sistema através da redução/eliminação de desperdícios e de restrições de capacidade, respetivamente, no caso da MRP II apenas se tenta maximizar o *output*, recorrendo a *stocks* de segurança e técnicas sofisticadas de planeamento para contornar eventuais problemas (Gupta & Snyder, 2009).

### 2.1.1. MRP, MRP II E ERP

O *Materials Requirements Planning* (MRP) é um sistema de informação que tem como finalidade planear e controlar a produção e inventários, desde a aquisição de matérias-primas à expedição de produto acabado. Ajuda a determinar o que vai ser necessário, em que quantidade e quando (Helms, 2006).

Para o pleno funcionamento de um sistema MRP são necessárias informações provenientes do *Master Production Schedule* (MPS), das *Bill of Materials* (BOM) e registos

de estado de inventário (Helms, 2006). O primeiro é um plano geral de todas as necessidades de produto acabado, provenientes das quantidades em encomendas em aberto e ainda quantidades referentes à previsão.

A lista técnica (BOM) serve para especificar as matérias-primas e componentes que constituem um produto acabado (Yeh, 2000). Consiste numa lista hierarquizada da quantidade e tipo de componentes necessários à obtenção de uma unidade de produto acabado e poderá também incluir a gama operatória, bem como gamas operatórias ou materiais alternativos (Helms, 2006). Uma das representações visuais mais comuns para representar a BOM é uma árvore de estrutura do produto (Figura 2) que permite uma perceção intuitiva e simples da constituição do produto; o produto final encontra-se na posição superior (nível 0) e as matérias-primas, produtos intermédios e componentes que o compõem são distribuídos pelos níveis seguintes, seguindo a mesma lógica da estrutura predecessor-sucessor, conforme Cinelli, et al. (2017), no entanto, habitualmente, nos Sistemas de Informação utilizados na produção, a representação utilizada é a BOM indentada (Tabela 1).

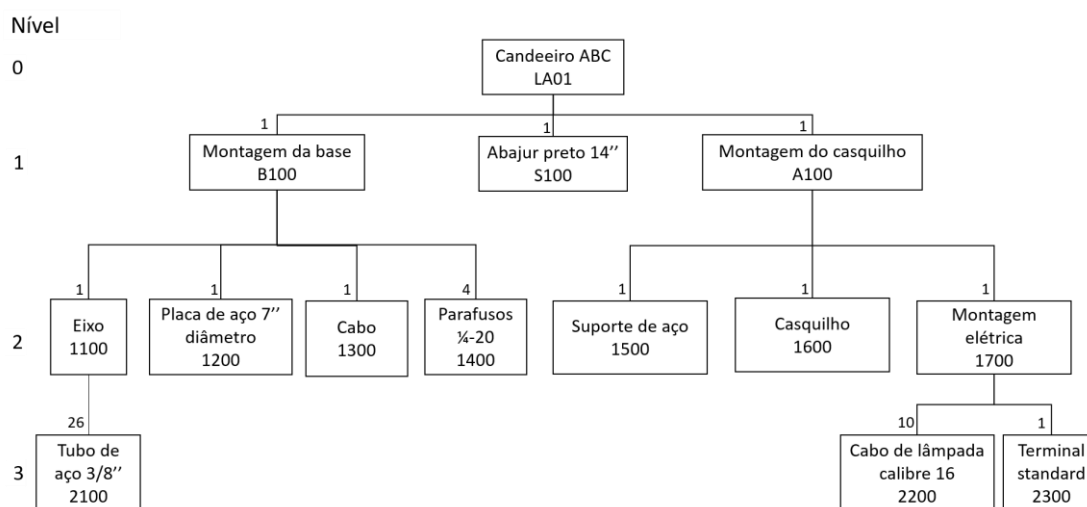


Figura 2 – Exemplo de árvore de estrutura do produto (BOM), adaptado de Shih (2014).



Tabela 1 – Exemplo de lista técnica (BOM) indentada, adaptado de Shih (2014).

CÓDIGO PEÇA	DESIGNAÇÃO	QUANTIDADE POR MONTAGEM	UNIDADE DE MEDIDA
B100	Montagem da base	1	Unidade
1100	Eixo	1	Unidade
2100	Tudo de aço 3/8"	26	Unidade
1200	Placa de aço 7" diâmetro	1	Polegadas
1300	Cabo	1	Unidade
1400	Parafusos ¼-20	4	Unidade
S100	Abajur preto 14"	1	Unidade
A100	Montagem do casquilho	1	Unidade
1500	Suporte de aço	1	Unidade
1600	Casquilho	1	Unidade
1700	Montagem elétrica	1	Unidade
2200	Cabo de lâmpada calibre 16	10	Pés
2300	Terminal standard	1	Unidade

Tendo como fim a montagem correta do produto acabado, idealmente, uma lista técnica (BOM) deve contemplar o nível na hierarquia, número/código único identificativo, designação, unidade de medida, que deverá ser coerente em todos os tipos de peças semelhantes e quantidade de cada peça, bem como a fase de desenvolvimento em que se encontra – existem peças que podem estar obsoletas ou ainda em desenvolvimento, e peças que existem no momento, na produção – tipo de compra, ou seja, se a peça é adquirida interna ou externamente e coeficiente de rejeitados em cada componente ("Arena Solutions," 2012; Courtois et al., 2006).

Uma das vantagens da sua utilização é a redução de *stocks* de segurança, pois calculando o número de componentes que vão ser necessários à produção de uma determinada quantidade de produto acabado e verificando os componentes que são incorporados, em comum, em diferentes produtos cria-se um *stock* de segurança que serve diversos produtos acabados (Helms, 2006). A pesquisa efetuada por Cinelli et al. (2017) refere também a facilitação da identificação de matérias-primas ou componentes e produtos intermédios críticos, por exemplo, um componente que entra na BOM de todos os produtos acabados produzidos é mais crítico do que um componente que entra apenas na BOM de dois produtos diferentes. Courtois et al., (2006) acrescentam a utilidade de dados relativos ao coeficiente de rejeição, que irá permitir aumentar as necessidades brutas no cálculo MRP.

O registo de estado de inventários consiste num ficheiro, ou base de dados, com o registo da quantidade disponível à data, de cada tipo de componente existente, bem como as encomendas em aberto de cada componente (produzido externa ou internamente) e respetivo *lead time* (Helms, 2006).

Através do MPS é obtida a quantidade a obter de produto acabado ou intermédio; confrontando esta informação com as BOM, são calculadas as necessidades brutas de componentes a produzir/comprar às quais são subtraídas as existências (atuais e encomendas em aberto), de acordo com o registo de estado de inventários (Helms, 2006).

O *Manufacturing Resource Planning* (MRP II) surge posteriormente, como uma evolução do MRP. O MRP II permite a comunicação entre diferentes partes de um negócio, produção, distribuição e financeira, bem como todos os sistemas de suporte a estas, impulsionando a organização a focar-se num conjunto de objetivos em comum (Harrison & Petty, 2002; Helms, 2006). Adicionalmente, possibilita a criação de cenários hipotéticos (Johnston, 2013).

A evolução do sistema MRP II, denominada *Enterprise Resource Planning* (ERP), torna-se bastante mais abrangente pois integra informação computacional de todas as atividades e processos de negócio que constituem a organização, como gestão de projetos, gestão da cadeia de abastecimento, programação da produção, entre outros (Helms, 2006; Slack et al., 2013). Assim, qualquer tomada de decisão numa das partes integrada no sistema será imediatamente refletida nas restantes, pois os sistemas ERP providenciam informação em tempo real, de forma transversal, a toda a organização (Helms, 2006).

Johnston (2013) realça que os sistemas ERP apenas serão eficientes se os processos da empresa estiverem alinhados com a forma como estão refletidos no sistema.

### 2.1.2. TEORIA DAS RESTRIÇÕES

A Teoria da Restrições (TOC) é uma filosofia da gestão de operações desenvolvida por Eliyahu Moshe Goldratt, que defende que o poder de qualquer cadeia, processo ou sistema depende do seu elemento mais fraco (Goldratt, 1990; Helms, 2006). Tem como foco a identificação de restrições de capacidade, isto é, os recursos gargalo incluídos numa sequência de operações de fabrico e a execução das alterações necessárias para remover as restrições (Slack et al., 2013).

Goldratt (1988) define restrição de capacidade como “*anything that limits a system from achieving higher performance versus its goal*” e defende que a sua existência representa oportunidades de melhoria.

Segundo a TOC, todos os sistemas são constituídos por um conjunto de processos interdependentes, processos cujo *output* serve de *input* a outros processos (Gupta & Boyd, 2008). Os autores acrescentam ainda que apesar da complexidade de cada sistema, consequência de diversas variáveis, poucas – apenas as restrições de capacidade – têm impacto imediato e significativo em todo o sistema.

A filosofia de gestão TOC é seguida de acordo com cinco passos nos quais deve ser focado o trabalho de melhoria contínua – *Five Focusing Steps* (FFS), sugeridos por Goldratt (1990):

---

**(1) Identificação da restrição de capacidade do sistema**

---

Pode ser física (materiais, máquinas, pessoas) ou relacionada com a gestão.  
É imprescindível priorizar as restrições de capacidade de acordo com o impacto nos objetivos da organização.

---

**(2) Decisão sobre como explorar a restrição de capacidade**

---

Se for uma restrição física, o objetivo será aumentar a sua eficiência tanto quanto possível.  
Se for de gestão deverá ser eliminada e substituída por uma política que propicie o aumento do *throughput*.

---

**(3) Submeter o resto do sistema às decisões resultantes do passo anterior**

---

Os recursos não gargalo devem ser adaptados por forma a trabalhar de acordo com a capacidade máxima do recurso gargalo. Um recurso não gargalo que trabalhe acima da capacidade do recurso gargalo não estará a aumentar o *throughput* do sistema, mas sim a aumentar os inventários.

---

**(4) Melhorar a restrição**

---

Se os esforços de melhoria se concentrarem na restrição de capacidade, será possível aumentar o desempenho de todo o sistema.

---

**(5) Se em algum dos passos anteriores a restrição de capacidade for eliminada, voltar ao passo 1. Não deixar que a inércia se torne na próxima restrição.**

---

Graças a este passo torna a TOC num processo contínuo e lembra que nenhuma solução é imutável e eternamente a mais apropriada, sendo fulcral a adaptação contínua às mudanças no ambiente organizacional.

---

Caso a restrição de capacidade seja eliminada no quarto passo, o foco deve ser mudado para a segunda restrição de capacidade com mais impacto, não descurando a melhoria feita na restrição anterior para que esta se mantenha um recurso não gargalo. Assim, o processo de melhoria contínua é transversal e contínuo nas práticas da empresa (Helms, 2006).

Esta filosofia está intimamente ligada à utilização do *software* de calendarização conhecido como *Optimized Production Technology* (OPT), introduzido como *Optimized Production Timetables* (OPT) por Goldratt em 1979 e adaptado em 1982 (Helms, 2006). Este *software* assenta em nove princípios, conforme indicam Goldratt & Fox (1986), citados por Rahman (1998), aplicáveis em qualquer organização que siga a filosofia TOC:

**1. Equilibrar o fluxo e não a capacidade:**

Tipicamente, as organizações tendem a equilibrar a utilização dos recursos, mesmo que isso signifique variações no fluxo (Harrison & Petty, 2002). Para que o fluxo seja equilibrado, são necessárias capacidades diferentes consoante os postos de trabalho, dependentes da sua posição no processo produtivo.

**2. O nível de utilização de um recurso não-gargalo não é determinado pela sua própria capacidade, mas sim por uma outra restrição do sistema:**

Os recursos não gargalo devem ser utilizados apenas de forma a possibilitarem a utilização total da capacidade do recurso gargalo.

**3. A utilização e a ativação de recursos não são a mesma coisa:**

A ativação acontece quando o recurso contribui para o objetivo do sistema, criando *output* que é necessário para outro recurso. A utilização acontece sempre que o recurso está a produzir, independentemente de ser ou não necessário o seu *output* (Slack et al., 2013).

**4. Uma hora perdida no recurso gargalo é uma hora perdida em todo o sistema:**

É este o recurso que determina o fluxo do sistema, logo qualquer constrangimento significa perdas de produção no total e qualquer redução de tempos de *setup* significa aumento de produtividade (Slack et al., 2013). Para reagir a estes constrangimentos deve existir um pulmão de *stock* antes do recurso gargalo.

**5. Uma hora poupada num recurso não gargalo é uma miragem:**

Um recurso não gargalo não contribui para o aumento do *throughput* do sistema, no entanto, permite *setups* mais frequentes conferindo flexibilidade relativamente ao sequenciamento da produção.

**6. Os recursos gargalo determinam tanto o *throughput* do sistema como os inventários:**

Assim, deve ser utilizado um *stock* de segurança para o recurso gargalo, de forma a que este não pare por falta de materiais para trabalhar.

**7. O lote de transferência não precisa, e na maioria das vezes não deve, ser igual ao lote produtivo:**

Lotes de transferência de menores dimensões permitem transferir à medida que se produz, reduzindo *lead times* e melhorando o fluxo do sistema (Slack et al., 2013).

**8. O lote produtivo deve ser variável, não fixo:**

O lote produtivo deve ser maior em recursos gargalos e menor em recursos não gargalo por forma a maximizar o uso da capacidade produtiva do recurso e aumentar a flexibilidade do recurso, respetivamente.

**9. Os planos de produção devem ser definidos tendo em conta todas as restrições/fatores simultaneamente.**

### **Drum-Buffer-Rope**

Desta filosofia surge também uma abordagem relacionada com o planeamento de produção denominada por *Drum-Buffer-Rope* (DBR), como analogia para gerir o recurso gargalo num processo produtivo, de forma a alcançar o máximo de lucro que a sua capacidade permite, através do aumento do *throughput* (Gupta & Snyder, 2009).

Primeiramente, deve ser estabelecido um MPS que não sobrecarregue a restrição de capacidade, ou seja, o gargalo, que é o *drum* do sistema, define o output máximo que poderemos obter, o “ritmo” a que o sistema irá funcionar (Eliyahu Moshe Goldratt, 1990; Slack et al., 2013).

O *buffer* consiste num tempo ou *stock* que irá garantir o cumprimento da data prevista e da taxa de *throughput*, funcionando como um mecanismo que permite colmatar a incerteza associada ao sistema (Helms, 2006). Uma folga temporal, pretende lidar com os constrangimentos intrínsecos ao processo e consiste no tempo, para além dos tempos de *setup* e de processamento, que se considerou no planeamento da produção, para que os

materiais sigam o fluxo produtivo até um determinado ponto (Helms, 2006). Um *stock* consiste num inventário de produtos específicos, quer matérias-primas, produtos intermédios ou produtos acabados, com o intuito de permitir satisfazer encomendas dentro de um prazo menor do que o habitual, aumentando a capacidade de resposta da organização em relação à procura (Helms, 2006). Chase et al., (1998) consideram apenas a existência de um tipo de *buffer*, que denominam *buffer* temporal e que consiste na existência de um *buffer* de stock antes da operação realizada pelo recurso gargalo.

A *rope* consiste num processo de comunicação entre a restrição de capacidade (recurso gargalo) e os recursos que dão início ao processo produtivo, permitindo ou limitando a libertação de material para o sistema (Chase et al., 1998; Helms, 2006). Tem como objetivo garantir que os recursos não gargalo do sistema não estão a trabalhar com uma capacidade superior nem inferior à do recurso gargalo, reduzindo a acumulação de *stocks* intermédios e assegurando que o recurso gargalo trabalha de forma constante.

### 2.1.3. NIVELAMENTO DE PRODUÇÃO – *HEIJUNKA*

O objetivo de qualquer organização é produzir exatamente o que os clientes querem, quando querem, sendo este um dos princípios básicos da produção *lean*. No entanto, habitualmente esta procura dos clientes não é previsível e existem variações significativas entre as encomendas recebidas em cada semana ou mês (Liker, 2004). Seguindo um paradigma de produção por encomenda, numa semana poderão ser necessárias grandes quantidades, que obrigam a mão-de-obra extra e sobrecarga dos recursos, e na semana seguinte os recursos estarão desocupados ou com carga de trabalho reduzida (Liker, 2004). Adicionalmente, existirá dificuldade em definir exatamente as quantidades de matéria-prima a comprar aos fornecedores, o que levará à acumulação de *stock* nas quantidades que se prevê que os clientes possam encomendar (Liker, 2004). Nestas condições não é possível alcançar a desejada produção *lean*.

Por forma a satisfazer os clientes, fornecendo o que querem e quando querem, mantendo, simultaneamente, um fluxo constante na cadeia de valor, é necessário nivelar a produção, Sayer & Williams (2007) e nem sempre seguir uma estrita política de produção por encomenda (Liker, 2004).

*Heijunka*, é um termo japonês constituído por três carateres: 平準化 que significam “nivelar”, “rácios de produção” e “melhorar a cada dia”, respetivamente (Dennis, 2010). De acordo com o Lean Enterprise Institute (2016), define-se como sendo o nivelamento do tipo

e quantidade a produzir num determinado horizonte temporal fixo e tem como objetivo evitar a flutuação do cronograma produtivo (Hüttmeir et al., 2009). Ou seja, de acordo com Liker (2004), consiste em agrupar o conjunto de encomendas num determinado período e nivelar a sua produção de forma a processar a mesma quantidade e o mesmo *mix* em cada dia, nesse período temporal.

Analogamente, Sayer & Williams (2007) explicam que *Heijunka* é a prática de nivelar o volume e mix de produção planeada e tem como objetivo o nivelamento das sequências de trabalho a um nível que permita uma reduzida variação diária. Os mesmos autores acrescentam que o *Heijunka* permite também o fluxo contínuo e minimização de stock intermédio, aos quais o Lean Enterprise Institute (2016) acrescenta ainda redução de custos, mão-de-obra e redução de lead times ao longo da cadeia de valor, possibilitando uma maior satisfação da procura. Esta tarefa será mais fácil quanto mais rápidos forem os tempos de setup da operação em causa, Figura 3, pelo que é comum a implementação desta metodologia ser aliada a melhorias no sistema produtivo, nomeadamente aliada à metodologia SMED (*Single Minute Exchange of Die*).

O *Heijunka* implica transmitir as necessidades ditadas pela procura, ao longo da cadeia de abastecimento e requer que tanto as taxas, como os rácios de produção estejam definidos corretamente, sendo que para tal é necessário um conhecimento exato dos tempos de processamento e listas técnicas precisas e corretas, de acordo com Dennis (2010), que realça ainda a importância de outros fatores, como a exatidão de inventários.

Simplificando, o conceito consiste em diminuir o tamanho dos lotes de produção tanto quanto possível, Figura 3, aumentando a variedade de produtos produzidos, ao invés de produzir grandes quantidades de um só produto de cada vez, que ficarão armazenadas em *stock* até que sejam solicitadas pelos clientes.

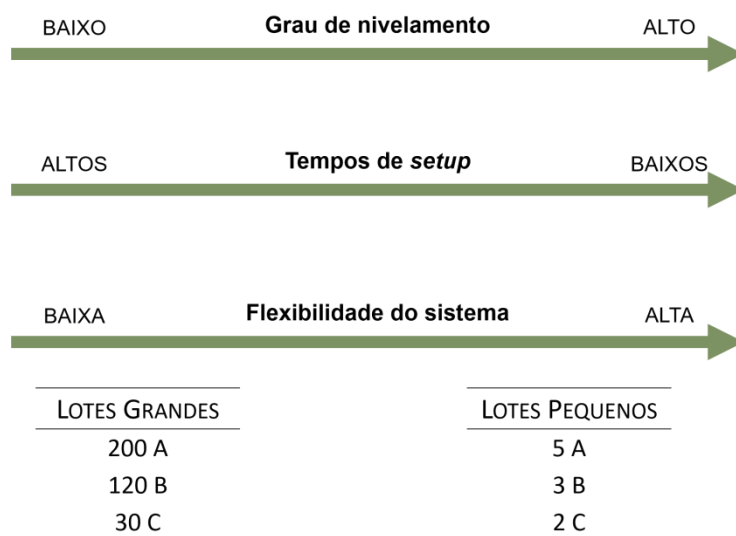


Figura 3 – Comparação entre produção push e produção nivelada, adaptado de Johnston (2013).

Seguidamente é apresentado o exemplo dado por Lean Enterprise Institute (2016), que apresenta uma empresa que vende camisolas dos modelos A, B, C e D e cuja procura semanal se distribui, em termos médios, em: 5 do modelo A, 3 do modelo B e 2 de cada um dos modelos C e D. Contrariamente à metodologia de produção tradicional que tipicamente optaria por produzir na sequência AAAAAABBBCCDD, por forma a minimizar mudanças de *setup* entre produtos, numa produção *lean*, que procure o nivelamento de produção, optar-se-ia pela sequência AABCD AABCDAB permitindo o envio frequente de diferentes lotes para os clientes.



Tabela 2 – Heijunka por tipo de produto, exemplo adaptado de Lean Enterprise Institute (2016).

PRODUTO	PROCURA SEMANAL
<b>Modelo A</b> T-shirt lisa	
<b>Modelo B</b> T-shirt com bolso	
<b>Modelo C</b> T-shirt com decote em V	
<b>Modelo D</b> T-shirt com decote em V e bolso	
SEQUÊNCIA DE PRODUÇÃO	
<b>Produção em massa</b>	 A A A A A B B B C C D D
<b>Produção nivelada</b>	 A A B C D A A B C D A B

Podemos concluir, analisando a Tabela 2, que ao produzir os produtos C e D apenas no final podemos comprometer a satisfação das encomendas que os incluam. Assim, é indiferente ter sido produzida a quantidade total do produto A se as encomendas que contêm ambos os produtos A e C ficarão em atraso, retidas em armazém, até que seja produzido o produto C.

Pinto (2014) defende que a abordagem tradicional do sequenciamento de produção origina constrangimentos que qualquer organização quer evitar como é o caso do risco de ficar com produtos por vender em *stock*, que se traduzem em capital parado. Outro constrangimento é o facto de os defeitos terem tendência a propagar-se pelos lotes, e, portanto, quanto maiores forem os lotes maior é a propagação do erro; no caso de lotes pequenos de produção, mais rapidamente são detetados os defeitos na escolha final e menos peças foram fabricadas até se estagnar a produção e tentar aferir as causas do defeito (Ramekar, Muneshwar, Kute, & Choube, 2017). Por último, a perda de flexibilidade,

conforme visível na Figura 3, resultante da produção de grandes lotes e pouca variedade no *mix* de produção, impede o sistema de responder a alterações imprevistas como pedidos não programados, cancelamentos, mudanças de datas de entrega e de quantidades.

### 2.1.3.1. Heijunka Box

A *Heijunka box*, ou caixa de nivelamento, é uma ferramenta de gestão visual que serve para fazer o nivelamento do tipo e da quantidade a produzir durante um período fixo de tempo, na qual se colocam *kanbans* com os lotes de transferência. Tipicamente é organizada em colunas e linhas, sendo que as primeiras representam o tempo e as segundas representam o tipo de produto. No entanto existem inúmeras variações apresentadas na literatura, acrescentando informação e programando o trabalho de diversas formas como por intervalos de tempo constantes ao longo do dia, por célula de produção, diariamente ou semanalmente e tendo ou não em conta tempos de *setup*.

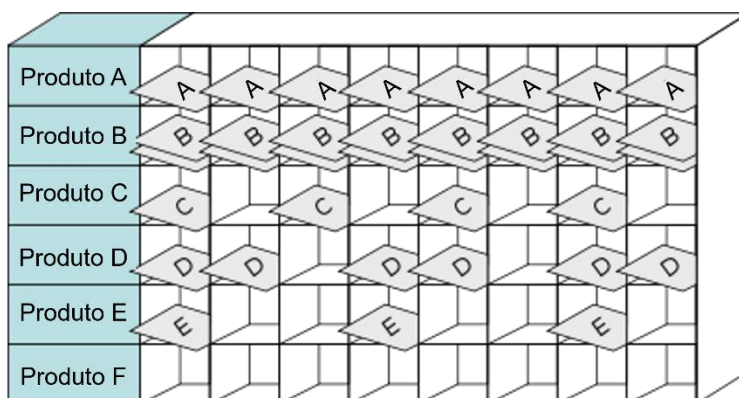


Figura 4 - Heijunka box, adaptado de (Lean Enterprise Institute, 2016).

A *Heijunka box* é um sistema que permite gerir o trabalho dos operários que abastecem a célula de produção e que coordena o fluxo do seu trabalho.

Normalmente o seu funcionamento ocorre em duas fases: na primeira fase, o responsável pela programação da produção coloca os *kanbans* nos locais correspondentes; na segunda fase o responsável logístico desloca-se até à *Heijunka box* e retira os *kanbans* de transporte para proceder à entrega dos materiais necessários em cada centro de trabalho.

## 2.1. SISTEMAS DE INFORMAÇÃO (SI)

Segundo Kaye (1995), boa informação é fulcral para o sucesso de qualquer organização, para que conheça o seu funcionamento interno, garantindo eficácia e eficiência, e o ambiente no qual se insere, permitindo adaptação rápida e capacidade de resposta às alterações que sofre. Kaye (1995) acrescenta ainda que boa informação melhora a tomada de decisão, aumenta a eficiência e proporciona maior poder competitivo à organização.

De acordo com Stair & Reynolds (2010), para que a informação tenha valor deverá preencher certas características, nomeadamente, ser:

- Precisa: só assim estará livre de erros;
- Completa: desta forma conterá todos os factos relevantes;
- Económica: a obtenção de informação deve representar um custo reduzido;
- Flexível: para que a mesma informação possa ser usada para diversos propósitos;
- Fidedigna: para que se possa estar seguro ao utilizá-la;
- Relevante: apenas assim será importante para a tomada de decisão;
- Simples: quer na sua obtenção, quer na compreensão;
- Oportuna: prontamente disponível quando necessária;
- Verificável: que se possa verificar para se certificar a sua exatidão.

Kaye (1995) define organização como *“um complexo sistema de processamento de informação, no qual cada ação, decisão, opinião e atitude deriva ou é influenciada por informação que foi adquirida e processada”*.

Qualquer organização, independentemente do seu core business, precisa de processar informação para existir e trabalhar – pedidos de compras, colocação de anúncios, avaliação de resultados, a nível operacional recebem instruções, reportes de avarias de máquinas, etc. (Kaye, 1995).

Relativamente à informação necessária para a tomada de decisão ao nível operacional do planeamento, Kaye (1995) afirma que esta deve ser de fácil acesso, conhecida e controlada pela empresa; sendo sempre tratada pelas mesmas pessoas e interpretada da mesma forma por todos os intervenientes.

Num ambiente organizacional existem três tipos de preocupações com a forma como a informação é utilizada (Helms, 2006; Kaye, 1995):

- raciocínio, segundo o autor, idealmente todas as opções possíveis numa tomada de decisão deveriam ser avaliadas por forma a optar pelo ótimo, no entanto na maioria das vezes os gestores aceitam a primeira opção admissível, optando pela opção satisfatória ao invés da ótima;
- percepção, dado que a forma como a informação é compreendida é subjetiva e difere de acordo com o contexto e o *background* da pessoa que a analisa, o sentido dado à informação depende do filtro percetual do indivíduo;
- uso oblíquo de informação: em duas vertentes, a primeira é a utilização de informação não para a tomada de decisão, mas para suportar a decisão mais tarde, a segunda prende-se com a utilização de informação para obter poder, não partilhando o conhecimento para bem da empresa, mas mantendo-o como forma de obter vantagem.

Prajogo et al., (2018) demonstraram, no seu estudo, que boas práticas de gestão da informação influenciam positivamente a gestão de produção, afetando consequentemente a eficiência produtiva e outros indicadores de desempenho, bem como indicadores diretamente ligados à relação com o cliente.

Maiga, Nilsson, & Ax (2015) apresentaram também a relação direta entre a integração, interna e externa, de sistemas de informação e o desempenho em termos de qualidade e custos, influenciando indiretamente, de forma positiva, a rentabilidade da organização. Tendo em conta os resultados, os autores aconselham que a gestão de uma organização seja feita utilizando sistemas de informação integrados, pois permitem responder rápida e eficazmente aos desafios (Maiga et al., 2015). De forma semelhante, Devaraj & Kohli (2000) concluem que o investimento em tecnologias de informação, e consequente melhoria do fluxo de informação, influencia diretamente a rentabilidade da organização.

O planeamento e controlo da produção é influenciado não só pelas datas previstas de entrega e de remessa de encomendas, mas também por fatores como os recursos utilizados para processar cada operação, dados técnicos como gamas operatórias, tempos de processamento e de *setup*, manutenções planeadas, número de turnos de trabalho, entre outros (Helms, 2006). Segundo Courtois et al. (2006) o planeamento e a programação da produção só serão eficientes se os dados técnicos existentes nos SI forem exatos, e sugerem indicadores de desempenho a serem analisados pelas organizações (Tabela 3),

pois os dados técnicos são a base do sistema de gestão da produção. Para isso é fundamental a exatidão dos dados aquando a sua criação e a atualização constante sempre que forem introduzidas alterações.

*Tabela 3 - Indicadores de desempenho da qualidade dos dados técnicos, adaptado de Courtois et al., (2006).*

TIPO DE DADOS	INDICADORES DE DESEMPENHO (KPI)
Stocks	$\frac{\text{Volume stocks exactos}}{\text{Volume stocks verificados}} \times 100 > 95\%$ $\left  \frac{\text{Stock físico} - \text{stock informático}}{\text{Stock informático}} \right  \times 100 < \text{valor de tolerância (2\%)}$
Listas técnicas (BOM)	$\frac{\text{Nº de BOM exactas}}{\text{Nº de BOM verificadas}} \times 100 > 98\%$ <p>Componentes e coeficientes exatos &gt; 98%</p> <p>Lista técnica completa &gt; 98%</p> <p>Estrutura que reflete a produção &gt; 98%</p>
Gamas operatórias	$\frac{\text{Nº de gamas op. exactas}}{\text{Nº de gamas op. verificadas}} \times 100 > 98\%$ <p>Sequências operatórias exatas</p> <p>Centros de trabalho exatos</p> <p>Tempo teórico com desvio <math>\pm 10\%</math> do tempo real</p>

Courtois et al. (2006) afirmam que os dados técnicos constituem o fundamental do sistema de informação de uma organização e consequentemente afetam todas as suas funções. Estes dados são os primeiros *inputs* que o sistema informático, e todo o sistema de produção, irão manusear por forma a obter os resultados pertinentes para cada departamento ou área de trabalho.

Qualquer atividade, como seja a transformação de matérias-primas em produto acabado, engloba uma componente física e uma componente de processamento de informação (Porter & Millar, 1985). A primeira consiste no processamento em si, realizado por um operador e/ou uma máquina. A última abrange os passos necessários para processar a informação resultante da atividade de transformação (componente física) como é exemplo a alteração de quantidades em *stock* de matéria-prima e de produto acabado e o registo de produção e de consumo de materiais.

Por forma a auxiliar as atividades de planeamento e controlo de produção, os sistemas de informação utilizados requerem dois tipos de estruturas: a lista técnica – *Bill of Materials* (BOM) e a gama operatória de cada produto, apresentada abaixo (Yeh, 2000).

A gama operatória especifica a sequência de operações que um determinado produto segue, e os respetivos centros de trabalho (Yeh, 2000).

Segundo Courtois et al., (2006) a gama operatória é uma lista ordenada da sucessão de tarefas e outros acontecimentos necessários para o fabrico de um determinado artigo. Greene (1986) compara a gama operatória a um mapa que mostra a rota a seguir e acrescenta, na sua definição de gama operatória, a inclusão dos dados técnicos sobre como deve ser processada cada operação.

A informação compreendida na gama operatória é armazenada num ficheiro que deve estar prontamente acessível para consulta e deve incluir as informações detalhadas na Tabela 4.

*Tabela 4 – Informação a incluir numa gama operatória (Courtois et al., 2006; Greene, 1986).*

	INFORMAÇÃO	RELEVÂNCIA
INFORMAÇÃO OBRIGATÓRIA	<b>Operações do processo</b>	Definição das operações que compõem o processo.
	<b>Referência do centro de trabalho</b>	Código identificativo do centro de trabalho no qual é efetuada a operação.
	<b>Tempos</b>	Expressos numa unidade de tempo definida. Contemplam tempos de afinação/setup, tempo unitário de processamento, tempos tecnológicos (como arrefecimento, secagem), tempo de transferência para o posto seguinte, tempo de espera junto ao centro de trabalho.
INFORMAÇÃO ADICIONAL	<b>Condições de escalonamento</b>	Operações que são paralelas, consecutivas, etc.
	<b>Ferramentas</b>	Pode referir as ferramentas necessárias para cada operação.

	<b>Gama operatória alternativa</b>	Frequentemente é apresentada a(s) gama(s) operatória(s) alternativa(s).
--	------------------------------------	---

A informação relativa às gamas operatórias é, desta forma, imprescindível pois permite, de acordo com Courtois et al., (2006) comparar produção real e prevista (controlo de produção), calcular a carga num dado horizonte temporal em cada centro de trabalho, validar o planeamento efetuado e calcular custos previsionais.

A informação obtida através da análise das gamas operatórias, e do cruzamento de dados provenientes da totalidade de gamas operatórias de uma fábrica permite perceber as interações entre diferentes máquinas e assim definir que máquinas devem ser agrupadas em células, os *layouts* das máquinas nas células de fabrico e das células entre si, e no chão-de-fábrica (Kolli & Hanley, 1997). O tamanho do lote é relevante para determinar o número de viagens que serão necessárias para transportar as peças no cálculo do fluxo de material entre diferentes máquinas (Kolli & Hanley, 1997).

De acordo com Greene (1986), a gama operatória serve também o propósito de determinação de requisitos de capacidade, em termos de tempo, e alocação de cronogramas de capacidade a centros de trabalho para, desta forma, possibilitar a determinação de tempos de início e de fim de produção e a projeção de datas de entrega de encomendas, por parte da gestão da produção. Sabendo esta informação, é possível rastrear uma peça quando esta se encontra em *work in progress* (WIP) – (Greene, 1986).

A sua criação e manutenção, bem como o desenvolvimento de especificações, métodos e ferramentas é, tipicamente, da responsabilidade da Engenharia de Produção (EP), a ponte entre o design e a fabricação de um produto (Greene, 1986). A EP interage com os SI fornecendo-lhe diferentes informações, como a informação relativa a alterações de tempos de operação ou alterações nas gamas operatórias que afetem os custos das peças.

A informação presente na gama operatória é extremamente relevante pois é utilizada de forma transversal a todo o funcionamento de um sistema produtivo, desde a engenharia de produção, controlo de produção – permite determinar a mão-de-obra necessária –, escalonamento da produção, planeamento de requisitos de capacidade (CRP), custeio do produto – através do cálculo da mão-de-obra necessária, permitindo também calcular custos médios de remuneração – à qualidade (Greene, 1986).

## 2.2. METODOLOGIA DMAIC

A abordagem Six Sigma ( $6\sigma$ ) é usada para melhorar a eficiência e eficácia de processos através do aumento da produtividade, redução de custos e melhoria da qualidade e recorre, para tal, à metodologia de melhoria DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve e Control*) (Helms, 2006). Esta pretende alterar rotinas estabelecidas ou criar diferentes rotinas para os processos existentes numa organização e, desta forma, diminuir a variação dos mesmos (De Mast & Lokkerbol, 2012).

As áreas nas quais esta metodologia alcança melhores resultados incluem a melhoria de processos operacionais com redução de custos e a melhoria do fluxo de informação, entre outros (Helms, 2006).

Atingir o valor de  $6\sigma$  significa que uma empresa tem apenas 3.4 problemas por milhão de oportunidades (Eckes, 2003). Em termos práticos, o valor de  $6\sigma$  significa que apenas após seis deslocações de valor  $\sigma$  (desvio-padrão) em relação à média é que iremos encontrar defeitos no processo (Helms, 2006).

De acordo com Donald (2003) a definição de um projeto DMAIC deverá incluir, entre outras:

- **problema**, um problema de desempenho da organização cuja solução ainda não é conhecida;
- **objetivos**, diretamente relacionados com um conjunto de métricas numéricas;
- **acompanhamento do projeto**, através do seguimento da evolução das métricas definidas;
- **benefícios** para o negócio, o projeto deverá culminar numa melhoria de custo, tempo ou qualidade que seja mensurável;
- **cronograma** de implementação, tipicamente com duração entre três e seis meses;
- **ferramentas**, nomeadamente ferramentas de Six-Sigma que deverão ser utilizadas ao longo do projeto.

De Mast & Lokkerbol (2012) na sua revisão de literatura referente a esta metodologia concluem que, com a difusão do método a realidades para além dos processos de fabrico, alguns aspetos requerem adaptação à realidade na qual vão ser utilizados; como é exemplo a terminologia, os exemplos, sistemas de medição e métodos de análise estatística utilizados.



A metodologia DMAIC tem como principal objetivo descobrir e eliminar variação em processos e consiste em cinco fases (Kumar, Strandlund, & Thomas, 2008):

- **Fase 1 – Define: seleção do problema e análise dos benefícios** (De Mast & Lokkerbol, 2012)

Primeiramente são identificadas as áreas e processos com desempenho inferior na organização e, após avaliação do retorno de cada projeto é feita a seleção (Helms, 2006). Nesta fase são definidos os objetivos e limitações e, de acordo com Ghosh & Maiti (2014), o processo que será melhorado é descrito, identificado e mapeado.

- **Fase 2 – Measure; transformação do problema em algo mensurável, medição da situação atual; redefinição de objetivos** (De Mast & Lokkerbol, 2012)

Tem como objetivo compreender o desempenho atual do processo e recolher informação da fase inicial para que o impacto das melhorias seja visível (Ghosh & Maiti, 2014).

Nesta fase é necessário definir como se irá medir o processo e o seu desempenho, bem como subprocessos-chave que influenciem a qualidade do mesmo (Helms, 2006; Kumar et al., 2008), e desenvolver um plano para a recolha de dados (Thakore, Dave, Parsana, & Solanki, 2014).

Nesta fase é determinado o nível de sigma do processo, que mede a capacidade do mesmo. Para tal, é calculado o número de defeitos por milhão de oportunidades (DPMO) através da fórmula:

$$DPMO = \frac{N^{\circ} \text{ de defeitos} \times 1\,000\,000}{N^{\circ} \text{ de oportunidades de defeito por unidade} \times N^{\circ} \text{ de unidades}}$$

Que será depois transformado, de acordo com a tabela de conversão (Anexo III) para obter o valor de  $\sigma$ .

Os dados que são recolhidos são comparados para identificar problemas e defeitos no processo que irá ser melhorado (Thakore et al., 2014). Uma das ferramentas que pode ser utilizada é um formulário de recolha de defeitos, no qual os diferentes defeitos são apresentados e a respetiva frequência observada é registada através de traços, de acordo com Pyzdek (2003), se o mesmo for elaborado de forma cuidadosa irá parecer-se com um gráfico de barras, como se pode observar no exemplo na Tabela 5.

Tabela 5 - Formulário de recolha de defeitos, adaptado de (Pyzdek, 2003).

DEFEITO	FREQUÊNCIA
Solda fria	<del>///</del> ///
Buraco sem solda	////
Solda granulada	<del>///</del> <del>///</del> ////
Buraco pouco galvanizado	////
Máscara mal instalada	<del>///</del> //
Solda levantada	<del>///</del> <del>///</del> <del>///</del>

De forma complementar, é comum recorrer-se ao Diagrama de Pareto nesta fase, que se baseia na comprovação matemática do economista Vilfredo Pareto, que demonstrou que 80% da riqueza era detida por 20% da população (Eckes, 2003; Helms, 2006). No âmbito da gestão de operações, esta ferramenta gráfica, tem, habitualmente, como objetivo auxiliar na identificação dos problemas que têm impacto mais significativo no problema de qualidade específico em estudo (Helms, 2006). Desta forma, permite distinguir os poucos problemas vitais dos imensos problemas triviais (Johnston, 2013) e organizá-los por ordem de relevância, para o processo e para a organização, para que a tomada de decisão seja feita de forma ponderada e focada.

- **Fase 3 – Analyze: identificação de fatores influenciadores e causas dos problemas e defeitos** (De Mast & Lokkerbol, 2012)

Na fase de análise, são determinadas, de forma analítica, as causas mais prováveis para os defeitos identificados anteriormente e é percebida a razão dos defeitos e causas de variância, através da análise das variáveis principais (Kumar et al., 2008; Thakore et al., 2014).

É definida a ordem de prioridades das oportunidades de melhoria futura por forma a orientar o foco do trabalho a desenvolver nas fases seguintes.

Tipicamente, é utilizado um diagrama causa-efeito (Diagrama de *Ishikawa*) na fase de análise para determinar as causas dos defeitos, Figura 5. Este diagrama é uma ferramenta gráfica que permite identificar, organizar e expor as possíveis causas para um determinado

problema, ilustrando a relação entre variáveis dependentes e os fatores que as influenciam (variáveis independentes) (Kumar et al., 2008). Tipicamente, para a construção deste diagrama são seguidas as seguintes fases: definição do problema a resolver; *brainstorming* para encontrar todas as causas possíveis; organização das causas nas seis categorias que, por norma, afetam o desempenho de um processo (meio ambiente, material, máquinas, mão-de-obra, método e medida - Tabela 6); construção do diagrama causa-efeito demonstrando a relação entre as causas de cada categoria (Eckes, 2003; Pyzdek, 2003).

*Tabela 6 - Categorias utilizadas no diagrama de Ishikawa, adaptado de Ishikawa (1976) e Liliana (2016).*

<b>Meio Ambiente</b>	Condições, como o local e temperatura, nas quais o processo acontece.
<b>Máquinas</b>	Equipamento, computadores e ferramentas necessários à execução do trabalho.
<b>Material</b>	Matérias-primas, componentes, materiais auxiliares e dados usados para obter o produto final.
<b>Mão-de-obra</b>	Fatores relacionados com as pessoas envolvidas no processo.
<b>Método</b>	Como o processo é desempenhado e definido, ao nível de requisitos, políticas, procedimentos, especificações, regras, regulamentos e leis.
<b>Medida</b>	Dados gerados no processo que são utilizados para avaliar a sua qualidade.

Nos ramos de cada categoria são mencionadas as causas relacionadas, bem como sub-causas para cada uma delas, caso existam, nos sub-ramos.

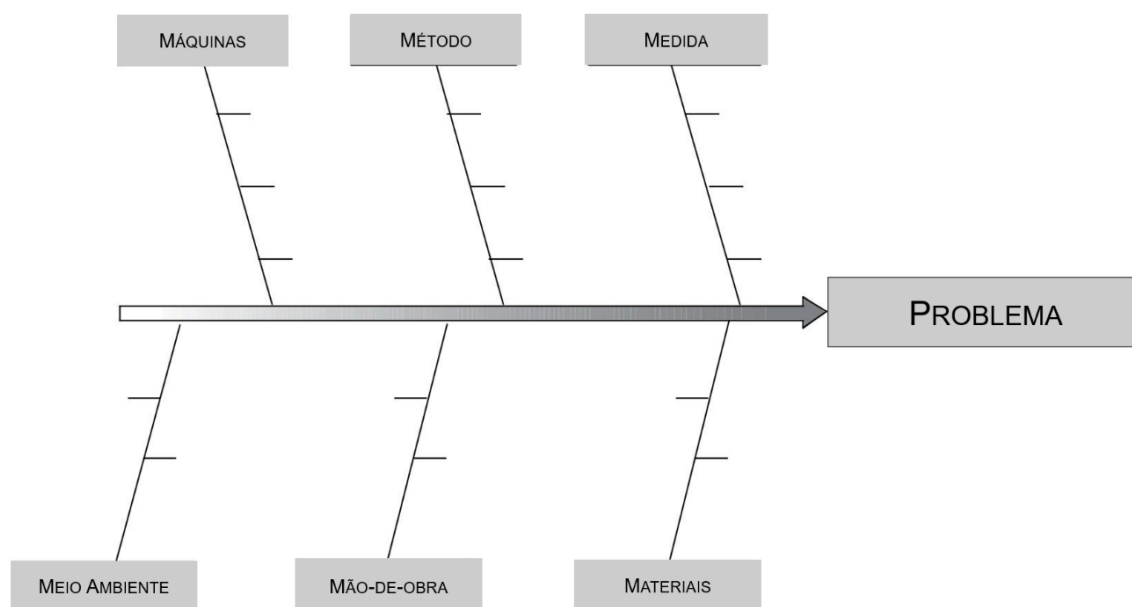


Figura 5 - Exemplo de diagrama de Ishikawa (Eckes, 2003).

- **Fase 4 – *Improve*: definição e implementação de alterações ao processo** (De Mast & Lokkerbol, 2012)

Tendo em vista a eliminação da variação, nesta fase, são implementadas melhorias no processo e criadas alternativas com o mesmo fim (Thakore et al., 2014). Tipicamente são implementados planos de ações corretivas que, aliadas à standardização do processo, permitem prevenir e corrigir as causas das falhas identificadas (Girmanová, et al., 2017).

- **Fase 5 – *Control*: verificação empírica dos resultados do projeto, gestão e controlo da alteração ao processo** (De Mast & Lokkerbol, 2012)

Na fase final, de controlo, são definidos mecanismos que permitam manter as melhorias e correções feitas ao longo do processo anterior, criando ferramentas que assegurem que as variáveis chave se manterão dentro de uma gama admissível de valores, mantendo o processo sob controlo, Kumar et al., (2008), e que identifiquem oportunidades de melhoria futura (Helms, 2006).

Kumar & Sosnoski (2013) e Thakore et al., (2014) sugerem algumas ferramentas adequadas a cada uma das cinco fases da metodologia DMAIC, resumidas na Tabela 7.

Tabela 7 - Adaptado de Kumar &amp; Sosnoski (2013) e Thakore et al., (2014)

FASE	FERRAMENTAS
<b>D - Define</b>	Diagrama de Pareto; Cronograma; <i>Brainstorming</i> ; Gráfico de barras e circular.
<b>M - Measure</b>	Diagrama de Pareto; Cartas de Controle; Mapeamento do Processo; Estatísticas Descritivas; Análise de Capacidade do Processo.
<b>A - Analyze</b>	Diagrama de Pareto; Diagrama de <i>Ishikawa</i> ; Mapeamento do Processo; Histograma; Teste de Hipóteses; FMEA.
<b>I - Improve</b>	Gráfico de barras e circular; Análise de Variância; <i>Brainstorming</i> ; Desenho de Experiências; Novo Processo.
<b>C- Control</b>	Cartas de Controle; Fluxograma; Controle Estatístico do Processo.

### 2.3. BUSINESS PROCESS MANAGEMENT (BPM) E NOTAÇÃO BPMN

A gestão de processos de negócio (BPM) é uma disciplina de gestão que integra a estratégia e os objetivos de uma organização com as necessidades e expectativas dos clientes. Harris et al., (2016) acrescentam, para além da estratégia e objetivos da organização, a integração da estrutura organizacional, políticas, metodologias e ferramentas tecnológicas usadas para analisar, desenhar, implementar, controlar e melhorar processos de negócio.

Hung (2006), em sintonia com diversos autores, afirma que para manter vantagem competitiva é fulcral obter uma visão holística da gestão dos processos existentes na organização. BPM ajuda a identificar recursos gargalo, medir o nível de serviço, monitorizar a utilização de recursos, entre outras vantagens (Arevalo et al., 2016).

*Business Process Modelling and Notation* (BPMN) é uma linguagem de modelação especificamente desenvolvida para modelação de processos de negócios, integrada em atividades de gestão de processos de negócio – *Business Process Management* (BPM) (Muehlen & Ho, 2008). A notação foi inicialmente introduzida por Business Process Management Initiative (BPMI) e atualmente é gerida pelo Object Management Group (OMG), que agregou a BPMI e os seus projetos (Muehlen & Ho, 2008).

Badura (2014) afirma que o BPMN é um conjunto de convenções de execução gráfica de diagramas, para descrever processos de negócios, permitindo visualizar o fluxo de processos e a comunicação existente entre diferentes processos de negócios. Dumas et al., (2013) definem BPMN como uma corrente de eventos, atividades e decisões que

envolvem atores e objetos e são despoletados por uma necessidade, gerando um resultado que acrescenta valor a um cliente.

Segundo Dijkman, Dumas, & Ouyang (2008), estes diagramas são constituídos por diferentes elementos: objetos, fluxos de sequência e fluxos de mensagem. No entanto, Object Management Group (OMG) (2011), a entidade responsável pela convenção do diagrama, classifica os diferentes elementos em quatro categorias: objetos de fluxo, objetos de conexão, artefactos e *swimlanes*, descritos na tabela em Anexo I. Para além destes elementos, existem variações dos mesmos e diferentes elementos que poderão ser consultados em (Dumas et al., 2013).

Em suma, as ferramentas e técnicas de BPM são uma vantagem estratégica, pois propiciam aumento de produtividade e redução de custos (van der Aalst, 2013).

### 3. ENQUADRAMENTO DO PROJETO NA EMPRESA

Este capítulo inicia-se com a apresentação do grupo empresarial no qual o presente projeto foi realizado, Vista Alegre Atlantis, SA, com ênfase na unidade industrial na qual teve lugar, Cerexport – situada na zona industrial de Aveiro – Taboeira. Seguidamente é descrito o processo produtivo da gama de produtos que foram objeto de estudo.

Trata-se de um projeto integrado no departamento de logística, na área de planeamento da produção, foca-se no nível operacional de planeamento e teve a duração de oito meses.

#### 3.1. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

##### 3.1.1. VISTA ALEGRE ATLANTIS, SA



*Figura 6 - Marca Vista Alegre (desde 2008).*

A Vista Alegre (VA) é uma organização inserida no setor da cerâmica utilitária e decorativa, sediada no concelho de Ílhavo. Surgiu do sonho de José Ferreira Pinto Basto, em 1824, sendo inicialmente uma sociedade denominada “Ferreira Pinto & Filhos” que se centrava na produção de vidro.

Expandiu-se para a produção de porcelana em 1835, devido à descoberta de um jazigo de caulino nas proximidades de Ílhavo, em 1832. Em 1880 dedicou-se apenas a este produto, cessando o fabrico de vidro. Cem anos mais tarde a empresa sofreu uma reestruturação e transformou-se numa sociedade por quotas, com o objetivo de modernizar as estruturas e serviços oferecidos (Basto, 1924).

Entre 1947 e 1968, o melhoramento das instalações fabris, a atenção dada à formação de quadros técnicos especializados e cooperação com congéneres europeias, encorajaram um forte desenvolvimento técnico e industrial, possibilitando o alargamento da oferta a novos mercados (Basto, 1924).

Para além da indústria, a organização criou também, entre 1964 e 1990, o Museu da Vista Alegre, O Centro de Arte e Desenvolvimento da Empresa (CADE) e o Clube de Colecionadores, os quais fazem parte da história da Vista Alegre e estão, atualmente, abertos ao público.

O processo de internacionalização iniciou-se em 1986 com a criação da VA Espanha, aliado a um aumento da capacidade produtiva instalada, promovidos pela liderança absoluta da marca em território português e consequente necessidade de expansão. Os principais vetores de internacionalização estabeleceram-se na identificação de mercados com afinidades culturais e/ou proximidade geográfica (Basto, 1924). No ano seguinte, a organização passou a estar cotada nas Bolsas de Valores de Lisboa e do Porto.

Em 1997 ocorreu a fusão com o grupo Cerexport, originando um aumento considerável do volume de negócios da VA, principalmente em mercados internacionais. Uma nova fusão aconteceu em 2001, entre o grupo Vista Alegre e o grupo Atlantis, formando o Grupo Vista Alegre Atlantis, SPGS, SA (VAA), o maior grupo nacional de *tableware* e a sexta maior potência mundial do setor, atuando em áreas como a porcelana de mesa, decorativa e de hotel, faiança, loiça de forno, cristal e vidro manual. Em 2002 foi concluído um processo de reengenharia industrial que permitiu aumentar a capacidade produtiva do grupo.

A marca Vista Alegre acompanhou a evolução da organização, sofrendo múltiplas alterações ao longo dos anos, permanecendo inalterada desde 2008 – Figura 6.

No ano de 2009, através de uma Oferta Pública de Aquisição, o grupo Visabeira passou a deter 76,6% do capital do grupo VAA, obtendo o controlo acionista.

O grupo Vista Alegre Atlantis conta, atualmente, com cerca de 1400 colaboradores.

Parte da visão estratégica do grupo centra-se em reforçar o desenvolvimento de produtos de hotelaria, apostando nesta área de negócio para crescer. A organização encontra-se em mercados como Portugal, Alemanha, Espanha, Itália, Bélgica, USA, Países Baixos, Polónia, Brasil e França e tem como objetivo otimizar o design, criatividade e serviço ao cliente, *“garantindo que cada peça que produz traz consigo um passado, um presente, um valor que perdura nas mãos de quem a possui”* (Vista Alegre, 2018).

No ano de 2017 o grupo Vista Alegre Atlantis obteve um crescimento de vendas na ordem dos 13% face ao ano anterior e atingiu um volume de negócios de 85 milhões de euros, dos quais 64% são referentes a mercados externos, fruto do reforço da presença internacional do grupo, em países como Espanha, França, Itália, Alemanha, Brasil, EUA, Países Baixos, Emirados Árabes Unidos, entre outros. Também ao nível do mercado interno se verificou um crescimento de 11% face ao ano anterior, proveniente da forte estratégia comercial do grupo em Portugal.



Para além da forte aposta na expansão internacional, também a implementação de processos de melhoria contínua, nomeadamente na eficiência operacional, e o foco na inovação contribuíram para o crescimento visível nos últimos anos.

No futuro o grupo ambiciona continuar a reger-se pela inovação, investigação e desenvolvimento e desta forma melhorar o seu nível de competitividade e alcançar um maior número de clientes em mercados e canais de distribuição variados, tendo por fim o objetivo de alcançar níveis de rentabilidade melhorados.

### 3.1.2. CEREXPORT

A unidade industrial Cerexport, situada na zona industrial de Taboeira, em Aveiro dedica-se ao fabrico de loiça em grés, de gama média, em monocozedura, para uso doméstico, restauração e hotelaria e utilização em forno convencional. São maioritariamente produzidas peças de forno, cerca de 90% da produção, sendo os restantes 10% concernentes às peças de mesa, com tendência de crescimento deste último setor.

No ano de 2017 o Grupo Vista Alegre Atlantis iniciou o projeto “CerexCor”, um grande investimento no setor de grés de mesa. Tendo em vista o desenvolvimento de processos produtivos inovadores que permitam ampliar a oferta de produtos no setor referido anteriormente, o projeto “CerexCor” surge como uma aposta em novas linhas de produtos de loiça de mesa, em grés, com carácter inovador e diferenciado.

A filosofia de comercialização seguida subdivide-se em: produto para uso diário e uso em restauração; subcontratação, envolvendo ambas as partes, fornecedor (VAA) e cliente, no desenvolvimento do produto pretendido por forma a atingir a melhor relação qualidade/preço.

No ano de 2017 o setor de grés de mesa contribuiu em cerca de 22% para o volume de negócios do Grupo Vista Alegre Atlantis, que em conjunto com cerca de 15% de contribuição do setor de grés de forno, resultam em cerca de 37% de representatividade dos produtos fabricados na Cerexport para o volume de negócios total, ou seja, cerca de 31 milhões de euros.

A Cerexport emprega cerca de 240 colaboradores em áreas como Produção, Desenvolvimento de Novos Produtos, Design, Tecnologia, Qualidade, Melhoria Contínua, Logística, Manutenção, Recursos Humanos e Comercial, cujas funções estão organizadas de acordo com o organigrama, Figura 7, expresso apenas a partir do nível de Administração de Produção e Inovação. Sendo uma unidade industrial pertencente à Vista Alegre,

algumas destas funções são funções partilhadas por todas as unidades industriais do grupo.

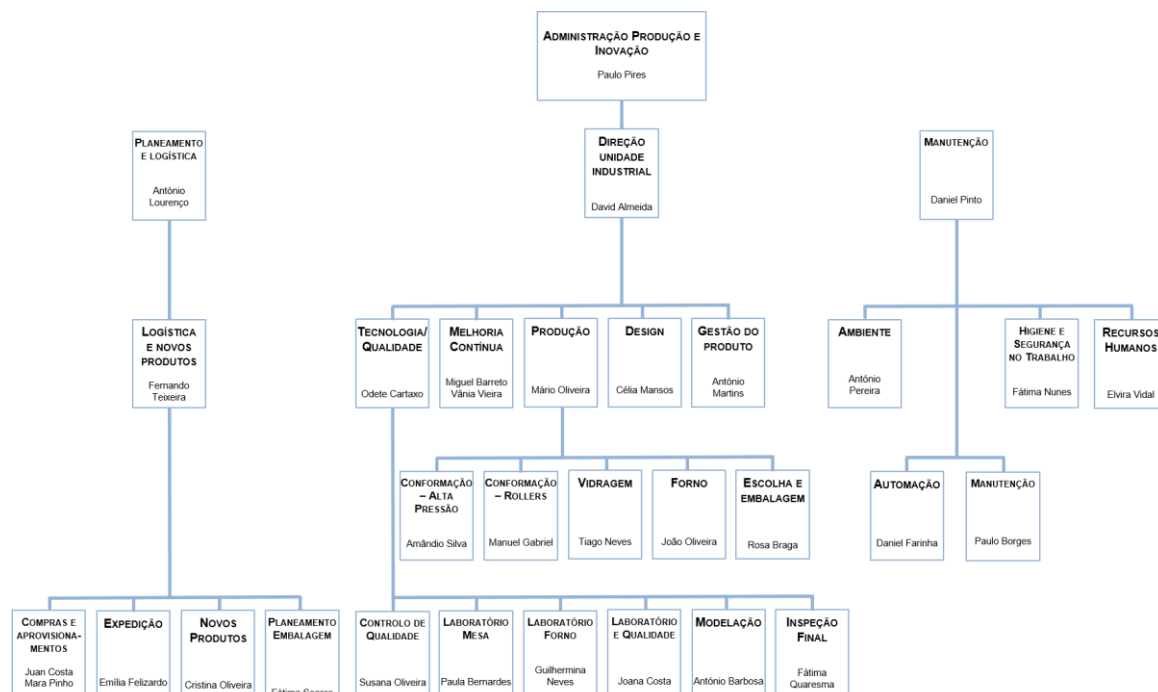


Figura 7 - Organograma Cerexport.

Dispõe de uma área produtiva de cerca de 1500m<sup>2</sup> cobertos e o chão de fábrica encontra-se dividido por secções: Conformação Alta Pressão, Conformação Rollers e RAM, Moldagem, Vidragem, Decoração, Preparação de Vidros, Fornos, Escolha e Embalagem, Expedição e Laboratório. As secções nas quais é feito processamento do produto têm horários de trabalho diferentes, como expresso na Tabela 8.

Tabela 8 - Horários de trabalho, por secção.

SECÇÃO	HORÁRIO
<b>Conformação Alta Pressão</b>	3 turnos: 00h-08h; 08h-16h; 16h-00h 7 dias semanais
<b>Conformação Rollers e RAM</b>	1 turno: 08-17h 7 dias semanais
<b>Vidragem</b>	1 turno: 08-17h 7 dias semanais
<b>Decoração</b>	1 turno: 08h-17h 5 dias semanais
<b>Preparação de vidros</b>	1 turno: 08-17h 7 dias semanais
<b>Forno</b>	3 turnos: 00h-08h; 08h-16h; 16h-00h 7 dias semanais
<b>Expedição</b>	1 turno: 08h-17h 5 dias semanais

### 3.2. DESCRIÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO

O processo produtivo de grés produzido na Cerexport é despoletado pelo planeamento de produção, que verifica a existência de necessidades, provenientes de encomendas colocadas pelo Serviço de Apoio ao Cliente (SAC) no sistema integrado de gestão da empresa (SAP).

Existem três gamas comerciais de produtos diferentes:

- Artigos de linha (TL): artigos com o objetivo de satisfazer encomendas no prazo de 48h, não estando sujeitos a quantidades mínimas de encomenda. Existe uma política de produção para stock, este deverá ser abastecido sempre que se encontrar abaixo do valor mínimo definido pela organização (P3) tendo em conta as previsões de vendas.
- Artigos de reposição (TR): artigos com o objetivo de satisfazer as encomendas no prazo de um mês, sujeitas a quantidades mínimas. Neste caso não se verifica a política de produção para *stock*, sendo produzidos apenas quando existem encomendas.
- Artigos de cliente (TC): artigos com prazo de entrega acordado com o cliente, sujeitos a quantidades mínimas por peça, e por totalidade de coleção. Este tipo de

artigos, embora idêntico aos desenvolvidos pela organização, tem pequenas alterações pedidas pelos clientes, que podem ser no tipo de peça pedido (por exemplo uma referência que não existe, habitualmente, numa determinada coleção), no *backstamp*/etiqueta/embalagem específico para o cliente, entre outras especificações. A política de produção, neste caso, é por encomenda, daí o prazo de entrega ser acordado com o cliente, conforme as especificações pedidas.

De uma forma holística, o processo produtivo, conforme apresentado no fluxograma da Figura 8, inicia-se com a conformação, que pode ser feita segundo quatro tecnologias: roller, prensagem RAM, enchimento a alta pressão ou prensagem isostática, embora não estejam permanentemente em funcionamento as quatro. A grande maioria das peças, após a conformação, passa por uma operação de secagem e acabamento, manual ou automático, e finalmente são acondicionadas em contentores e colocadas no local destinado no parque, denominado Armazém de Cru. No entanto existem peças que, por terem dimensões maiores e/ou maior fragilidade são sujeitas a uma cozedura intermédia, denominada chacote, que lhes confere maior resistência mecânica, por forma a permitir o manuseamento nas operações subsequentes. A operação de chacotagem demora cerca de 9 horas e no final desta, as peças chacotadas são, também, colocadas no Armazém de Cru. Nesta fase do processo produtivo, sombreada a verde na Figura 8, os produtos são identificados através de uma referência pertencente ao grupo iniciado pelos dígitos 31, correspondentes a produto conformado.

A operação seguinte acontece na secção de vidragem, na qual as peças em cru, podem seguir diferentes sequências de operações, de acordo com a gama operatória. A vidragem automática é feita em máquinas, tendo em conta uma série de restrições – apesar de idênticas, as máquinas variam no número de cabines de vidragem que possuem (uma a três), no tipo de pistolas de vidro, que influencia o tipo de vidro que pode ser utilizado na máquina (com ou sem granilha) e no número de eixos nos quais serão apoiadas as peças e distância entre eles. Na secção de vidragem é também feito o mergulho das peças que requerem esta operação; consiste numa vidragem manual, mergulhando a peça em engobe, ou vertendo uma porção de engobe apenas numa parte específica da peça. A operação de decoração está também inserida nesta secção, consistindo numa célula de cinco pessoas que executam trabalho manual e uma pessoa que abastece a célula, com as peças em cru e o engobe necessários para executar a decoração planeada. A mesma pessoa é também responsável pela gestão de um quadro de planeamento da secção, que deve ser atualizado em intervalos de vinte minutos, refletindo o *output* da operação.

Após a última operação na secção de vidragem (automática, mergulho ou decoração) as peças vidradas são contabilizadas como *Work In Progress* (WIP) e seguem para o forno onde serão cozidas durante seis a oito horas e acondicionadas em paletes após este processo. Estas paletes são transportadas para a zona de produto vidrado não escolhido onde ficarão armazenadas até serem escolhidas, deixando apenas de ser contabilizadas em WIP nesse momento. Após a vidragem/decoração, os produtos são identificados através de uma referência pertencente ao grupo iniciado pelos dígitos 35, correspondentes a produto vidrado, conforme identificado na Figura 8 através do sombreado vermelho.

Após a escolha ser feita, de acordo com os padrões de qualidade definidos pela organização, as peças podem ficar acondicionadas em paletes escolhidas, em Armazém de Vidrado (AVID) ou seguir imediatamente para embalagem, onde são carimbadas com o *backstamp* correspondente ao cliente final, embaladas e armazenadas no Armazém de Produto Acabado (APA), de onde serão retiradas para expedição. Finalmente, após a embalagem, os produtos são identificados por uma referência pertencente ao grupo iniciado pelos dígitos 37, correspondentes a produto acabado, conforme indicado na Figura 8 através do sombreado azul.

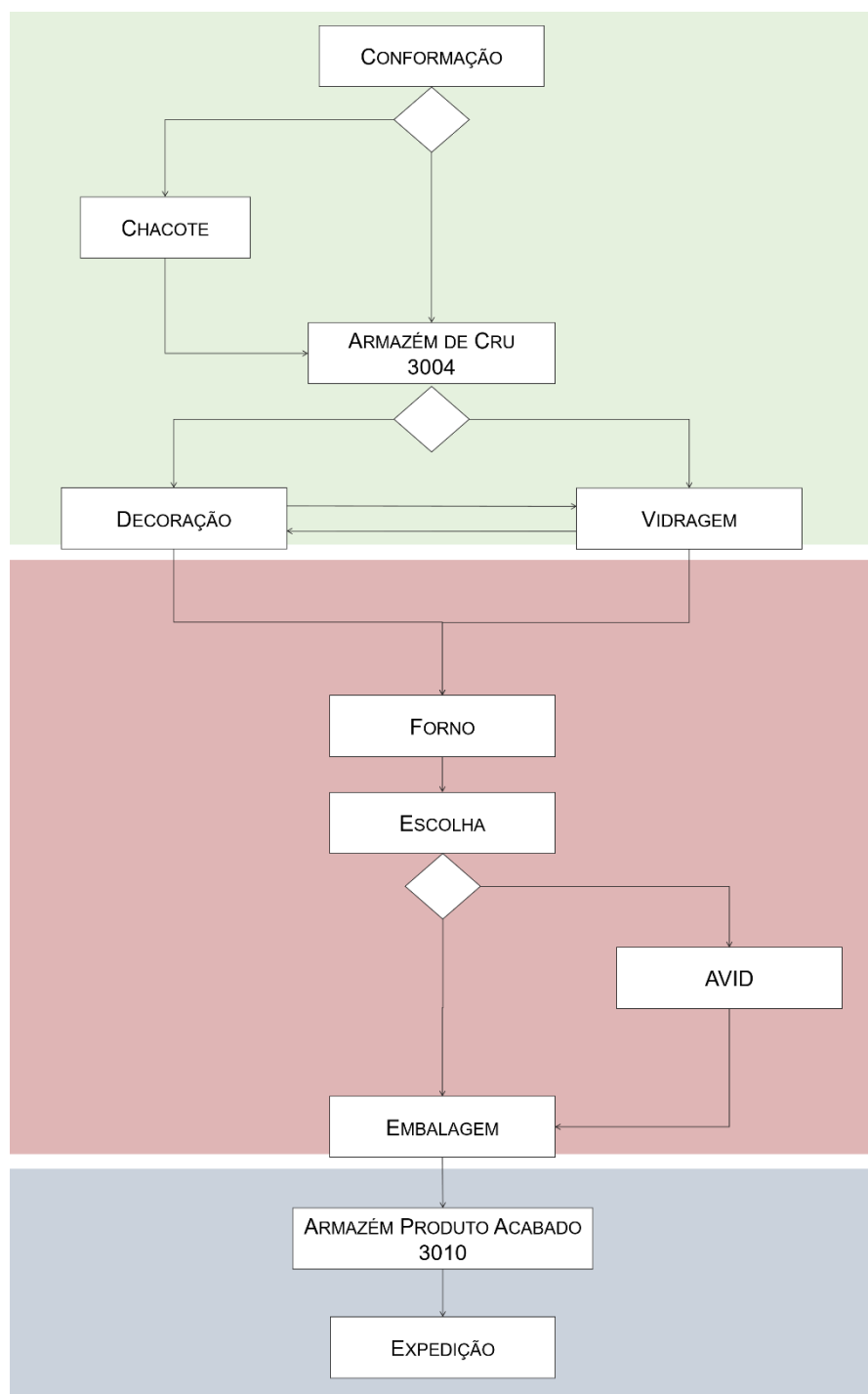
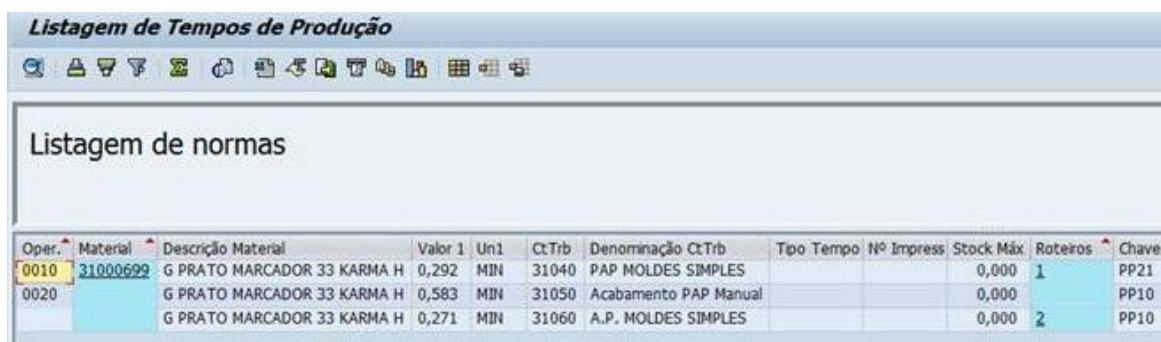


Figura 8 - Fluxograma do processo produtivo de Grés de Mesa (novembro, 2017).

### Informação de Suporte à Gestão das Referências

Por forma a suportar a gestão de produção ao longo de todo o processo produtivo, bem como munir os diferentes departamentos com a informação que necessitam relativamente aos produtos existem dois tipos de documentos base no SI da empresa: gama operatória e lista técnica, de cada uma das referências 31, 35 e 37 introduzidas anteriormente.

A sequência de operações que o produto segue está definida no SI, através da Listagem de Tempos de Produção, que consiste na gama operatória da referência consultada (31, 35 ou 37). Neste SI a BOM não apresenta a gama operatória, sendo possível consultá-la através de uma transação diferente. No exemplo, Figura 9, é apresentada a gama operatória de um produto intermédio, com referência 31000699 e descrição G PRATO MARCADOR 33 KARMA H. É apresentada a sequência em que as operações são executadas (0010, 0020), o tempo de execução de cada operação e a unidade de medida, assim como o centro de trabalho no qual a mesma deve ser efetuada. No exemplo é apresentado um caso no qual existe gama operatória alternativa, (Roteiro 2), ou seja, a referência 31000699 pode ser produzida no centro de trabalho 31040, PAP MOLDES SIMPLES e seguidamente no centro de trabalho 31050 Acabamento PAP Manual ou apenas no centro de trabalho 31060 A.P. MOLDES SIMPLES; na prática isto significa que a referência pode ser conformada nas máquinas de alta pressão automáticas e sujeita a acabamento manual posterior, ou conformada nas máquinas de alta pressão manuais, nas quais o procedimento já inclui o acabamento manual.



**Listagem de Tempos de Produção**

Listagem de normas

Oper.	Material	Descrição Material	Valor 1	Un1	CtTrb	Denominação CtTrb	Tipo Tempo	Nº Impress	Stock Máx	Roteiros	Chave
0010	31000699	G PRATO MARCADOR 33 KARMA H	0,292	MIN	31040	PAP MOLDES SIMPLES			0,000	1	PP21
0020		G PRATO MARCADOR 33 KARMA H	0,583	MIN	31050	Acabamento PAP Manual			0,000		PP10
		G PRATO MARCADOR 33 KARMA H	0,271	MIN	31060	A.P. MOLDES SIMPLES			0,000	2	PP10

Figura 9 - Exemplo de gama operatória referência 31.

No SI utilizado, as peças produzidas internamente podem ter três tipos de referências identificativas de oito dígitos, diferentes, de acordo com a fase do processo produtivo em que se encontram, conforme as zonas coloridas na Figura 8. Desde o momento da conformação até ao final da primeira operação na secção de vidragem, as peças têm associada uma referência iniciada por 31, correspondente à zona sombreada a verde na Figura 8. Após as operações da secção de vidragem, durante a cozedura até ao momento

da escolha, as peças têm associada uma referência 35, de forma análoga à anterior, sombreada a vermelho na Figura 8. Finalmente, após embalagem, ou seja, quando se encontram no Armazém de Produto Acabado, a referência associada inicia-se pelo código 37 e está representada na Figura 8 por um sombreado azul.

Cada referência tem associada a lista técnica (BOM), Figura 10, na qual consta a referência do produto em questão (37003671), o tipo de material (ZPA5), a descrição (G PR PASTA 25 TERRA NOIR/BLACK SAT E2310) e os produtos intermédios e componentes que o constituem, bem como a referência respetiva. No exemplo o produto final é constituído por: 6 unidades do produto do tipo ZXVG (produto vidrado grés) com referência 35002278 e descrição G PRATO PASTA 25CM TERRA BLACK SATIN; 1 unidade do produto do tipo ZEM (embalagem) com referência 500013066 e descrição CXN PRATO PASTA TERRA; 5 unidades do produto do tipo ZEM com referência 50013288 e descrição PLACA ESPUMA POLIETILENO 265x265x1; sendo todos estes constituintes inventariados, é necessário que, aquando o registo de produção do produto com referência 37, a quantidade existente dos componentes seja diminuída; relativamente aos restantes três componentes, não sendo inventariados, servem apenas para acrescentar informação relativamente ao tipo de etiquetas e *backstamp* a aplicar.

Componentes da LT												
MATERIAL	MTART	DESCRIÇÃO	IDNRK	MTART1	DESCRIÇÃO COMP.	MENGE	MEINS	BMENG	LGORT	AUSCH	SANKA	TIPO
37003671	ZPA5	G PR PASTA 25 TERRA NOIR/BLACK SAT E2310	35002278	ZXVG	G PRATO PASTA 25CM TERRA BLACK SATIN	6,000	UN	6,000		0,00	X	L
37003671	ZPA5	G PR PASTA 25 TERRA NOIR/BLACK SAT E2310	50013066	ZEM	CXN PRATO PASTA TERRA	1,000	UN	6,000	3019	2,00	X	L
37003671	ZPA5	G PR PASTA 25 TERRA NOIR/BLACK SAT E2310	50013288	ZEM	PLACA ESPUMA POLIETILENO 265x265x1	5,000	UN	6,000	3019	2,00	X	L
37003671	ZPA5				BKS CA T1 25X31MM PF-53006225-BRANCA	6,000	UN	6,000		0,00		T
37003671	ZPA5				50001693-ETIQ.S/IMPRES 92X82-FF-ZETL_RIM	1,000	UN	6,000		0,00		T
37003671	ZPA5				50001906-ETIQ.32X22 "VIA TRIPLA"-ZPL014	6,000	UN	6,000		0,00		T

Figura 10 - Exemplo de lista técnica (BOM).

Ao longo do processo produtivo, o número de referências vai sendo desdobrado, para dar resposta às questões de personalização do produto, isto é, a mesma referência 31 dará origem a diversas referências 35 que, por sua vez, darão origem, cada uma, a diversas referências 37, no exemplo no Anexo IV a mesma referência 35 desdobra-se em 13 referências 35, que por sua vez originam 21 referências 37, ou seja, o mesmo material em cru desdobra-se em 21 referências de produto acabado.

Devido ao desdobramento de referências ao longo do processo produtivo, o número de referências aumenta desde a conformação até ao produto acabado, bem como ao longo do tempo, devido ao desenvolvimento de novas coleções ou novas peças, pedidos de artigos de clientes, entre outros. Atualmente, o número de referências diferentes existente encontra-se expresso na Tabela 9. Realça-se que, sempre que é criada uma nova



referência é necessária a elaboração da estrutura do produto (gama operatória, lista técnica, custos) e definição de todas as informações requeridas para o registo no SI.

*Tabela 9 - Número de referências diferentes - Grés de Mesa (fevereiro 2018).*

Referências 31	Referências 35	Referências 37
40	239	370

### **3.3. APRESENTAÇÃO DO PROJETO**

A introdução de novos tipos de produtos – grés de mesa – obrigou à reestruturação dos processos até então executados na empresa, nomeadamente, o processo produtivo. Devido aos constrangimentos associados, a fase inicial de produção da linha de grés de mesa originou múltiplos problemas na satisfação de encomendas e no serviço ao cliente, a principal preocupação de qualquer organização que comercialize produtos ou serviços, sofre um decréscimo significativo. Desta forma, o presente projeto pretende identificar as principais dificuldades impostas pela alteração de processos e solucionar as possíveis, com o objetivo de melhorar o serviço ao cliente e alcançar capacidade para satisfazer encomendas sem constrangimentos.



## 4. TRABALHO DESENVOLVIDO

Neste capítulo é descrita a execução da metodologia DMAIC no caso prático desenvolvido ao longo do projeto. Habitualmente utilizada para melhoria de processos através da diminuição de variação do processo, neste caso tem como objetivo a redução da variação no processo de satisfação de encomendas.

O capítulo encontra-se subdividida em cinco secções, sendo cada uma relativa às cinco fases da metodologia: *Define, Measure, Analyze, Improve* e *Control*.

### 4.1. FASE 1 – *DEFINE*

Após a introdução da nova linha de produtos, grés de mesa, e consequente introdução de processos produtivos mais complexos, devido à maior variedade de gamas operatórias, a organização deparou-se com dificuldades em garantir um nível de serviço adequado.

A satisfação dos clientes deve ser a prioridade de qualquer organização, desta forma, tornou-se urgente compreender como seria possível melhorar o nível de serviço e garantir a satisfação das encomendas nas datas previstas e de acordo com os requisitos do cliente, atuando nas causas principais que serão estudadas ao longo deste capítulo.

Para tal, foi feita uma descrição do processo de satisfação de encomendas após a qual se procedeu ao mapeamento do mesmo utilizando a notação BPMN.

#### **Descrição e mapeamento do processo – satisfação de encomendas**

O processo inicia-se com a colocação da encomenda em SAP, pelo Serviço de Apoio ao Cliente (SAC), que irá despoletar necessidades ao longo do processo produtivo de cada um dos produtos encomendados, bem como das matérias-primas que o compõem, e cuja produção é planeada pelo departamento de logística.

O departamento de logística, mais concretamente a função de planeamento será notificado da necessidade de satisfação da nova encomenda. Primeiramente, irá verificar em SAP a existência de produto acabado, que permita completar a encomenda. Caso tal se verifique, definirá prioridades para a secção de embalagem, agilizando esta e todas as outras encomendas.

Caso não existam produtos no APA suficientes para a encomenda, a função de planeamento irá verificar a existência de diferentes matérias-primas e componentes

necessários para a produção. Caso não exista quantidade suficiente armazenada, o departamento responsável por cada matéria-prima e/ou componente será notificado, ficando a produção em espera até à data prevista de entrega.

Semanalmente, é planeada a conformação do material 31, tendo em conta prioridades, como data de entrega mais próxima, clientes prioritários, gama operatória e família dos produtos encomendados bem como a existência das matérias-primas necessárias. De forma complementar, as prioridades são agilizadas com a capacidade produtiva e os objetivos de produtividade para que os lotes de produção de materiais 31, na conformação, permitam reduzir ao mínimo o número de mudanças de moldes na operação de conformação (esta tarefa dura cerca de 2h, dependendo dos moldes em questão). Seguidamente, o planeamento é responsável por sequenciar as referências a produzir na secção de vidragem, na qual os materiais 31 seguem para a operação de vidragem ou decoração, de acordo com gama operatória do material 35. Cada uma destas operações é planeada de acordo com as necessidades despoletadas pelas encomendas de clientes, mas agregando referências da mesma família para minimizar custos de *setup*, nomeadamente tempos de *setup* e desperdício de vidro, que se refletem em custos monetários para a organização, resultando, assim num plano de vidragem.

Após as operações de vidragem e/ou decoração os produtos seguem para os fornos, onde são submetidos a cozedura seguindo a ordem com que recebem os produtos do seu fornecedor interno (secção de vidragem). Após a cozedura, os produtos vidrados são escolhidos e embalados, seguindo a ordem de prioridades definida pelo planeamento; sendo que existem intervalos de tempo entre estas operações, os produtos são armazenados no respetivo armazém (Figura 8). O processo produtivo, bem como os diferentes armazéns já referidos estão refletidos em sistema SAP, no qual é possível verificar a quantidades de peças existente em cada armazém.

Finalmente, o processo de satisfação de encomendas termina com a expedição da mesma, efetuada pelo departamento de logística.

Para que o planeamento seja feito de forma eficiente é necessário consultar diversas fontes de informação: lista de encomendas, *stock* de matérias-primas e de produtos nos diversos armazéns existentes na fábrica (armazém de cru, de vidrado e de produto acabado) bem como no armazém da Vista Alegre – no qual são colocadas a maioria das encomendas e para onde é enviado o produto acabado para as satisfazer. Devido a este envio, é também necessário consultar os materiais em transferência, pois nesta fase não são contabilizados em nenhum armazém de produto acabado, no sistema SAP, podendo originar “falsas

necessidades” de produto acabado. As gamas operatórias e lista de materiais de cada produto são também imprescindíveis no processo de tomada de decisão pois facilitam a previsão de disponibilidade de materiais quando existem falhas no *stock* de matérias-primas, pelo que cada um destes aspetos foi também tido em conta como parte integrante do processo.

Após a descrição e mapeamento do processo de satisfação de encomendas, Anexo V, foi possível analisar os problemas inerentes ao mesmo, tendo como objetivo principal a melhoria do serviço ao cliente, alcançável através da melhoria do processo de satisfação de encomendas.

## **4.2. FASE 2 – MEASURE**

Nesta fase pretende-se medir a capacidade do processo, através do cálculo do número de DPMO, que corresponderá a um determinado nível de Sigma. Para obter as variáveis e respetivos valores necessários ao cálculo é necessário recolher dados e efetuar observações e medições.

A recolha de dados foi efetuada no decorrer do mês de novembro de 2017, sendo que foram também medidos e avaliados indicadores referentes a este mês apenas disponibilizados mais tarde, como é o caso do número de reclamações das encomendas. No total foram analisadas 201 encomendas, das quais 96 tinham algum tipo de problema identificado.

Os dados recolhidos foram posteriormente organizados em tipos generalistas de problemas inerentes à satisfação de encomendas, apresentados na Tabela 10. O incumprimento de datas de entrega corresponde a todas as encomendas que foram expedidas posteriormente à data de entrega inicialmente definida. Artigo errado corresponde às encomendas expedidas que contenham produtos em não conformidade com as respetivas especificações. Artigo com defeito de qualidade corresponde aos produtos que, embora tenham sido sujeitos a controlo de qualidade, chegaram ao cliente com algum tipo de defeito. Artigo danificado diz respeito aos produtos que, durante o transporte, sofreram quebras estando danificados de alguma forma ao chegar ao cliente. Os dados obtidos foram posteriormente organizados num diagrama de Pareto, Figura 11. O Diagrama de Pareto baseia-se no princípio dos 80-20: segundo o qual 80% dos defeitos são causados por 20% das máquinas, materiais ou pessoas e é nestes que os esforços de

melhoria devem atuar. Permite, desta forma, perceber o peso de cada problema para o total global.

A frequência de ocorrência de atrasos relativamente à data de entrega foi contabilizada analisando a carteira de encomendas existente no mês de novembro de 2017, considerando apenas as encomendas consideradas para o planeamento, isto é, excluem-se encomendas de amostras que são seguidas por outros departamentos.

Todas encomendas em aberto existentes foram analisadas no final do mês, independentemente da sua data de colocação. Para efeitos de contabilização de atrasos, foram consideradas todas as encomendas em aberto cuja data de fornecimento ultrapassou a data de entrega e todas as encomendas cuja data de entrega já tinha sido ultrapassada e que continuavam por satisfazer.

Neste caso em particular é facilmente perceptível, antes da construção do diagrama de Pareto, que o incumprimento da data de entrega é o problema com maior contribuição para os problemas relacionados com satisfação de encomendas.

*Tabela 10 - Tipos de problemas do processo de satisfação de encomendas.*

TIPO DE PROBLEMA	FREQUÊNCIA ABSOLUTA	FREQUÊNCIA RELATIVA
<b>Incumprimento da data de entrega (IDE)</b>	88	91,7%
<b>Artigo errado (AE)</b>	4	4,2%
<b>Artigo com defeito de qualidade (ADQ)</b>	2	2,1%
<b>Artigo danificado (AD)</b>	2	2,1%
<b>TOTAL PROBLEMAS ENCOMENDAS</b>	<b>96</b>	<b>100%</b>

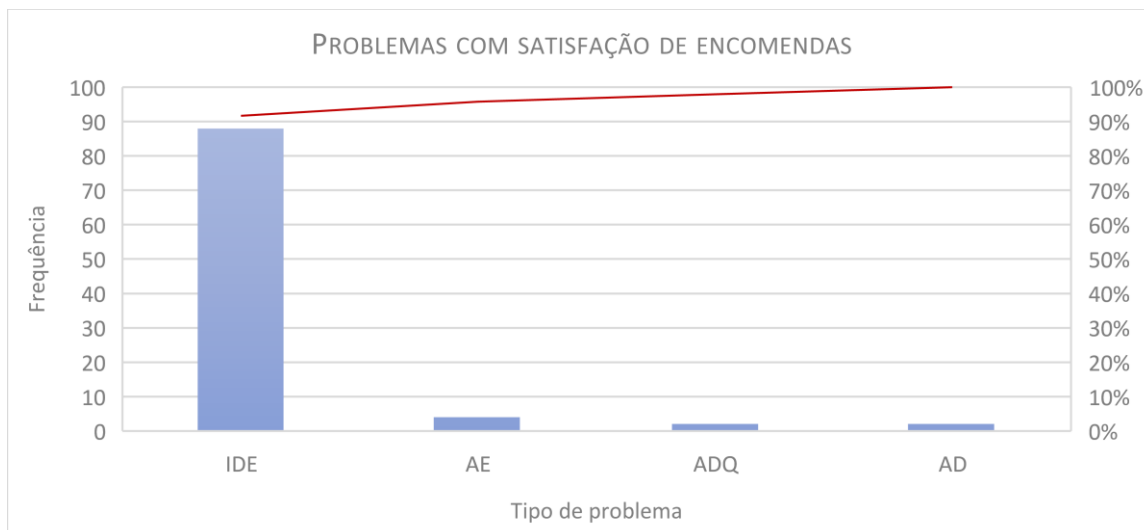


Figura 11 - Diagrama de Pareto - problemas com satisfação de encomendas.

Obtidos os valores da recolha de dados podemos medir a capacidade do processo, através do nível de Sigma. Para o cálculo do número de DPMO considerou-se:

Tabela 11 - Variáveis para o cálculo do número de DPMO.

VARIÁVEIS CONSIDERADAS NO CÁLCULO DO DPMO	
<b>Número de defeitos</b>	Número de encomendas em atraso
<b>Número de oportunidades de defeito por unidade</b>	Número de tipos de problemas que podem ocorrer com a satisfação de encomendas
<b>Número de unidades</b>	Número de encomendas mês novembro

$$DPMO = \frac{N^{\circ} \text{ de defeitos} \times 1\,000\,000}{N^{\circ} \text{ de oportunidades de defeito por unidade} \times N^{\circ} \text{ de unidades}}$$

$DPMO = \frac{88 \times 1\,000\,000}{4 \times 201} = 109452,7$  defeitos por milhão de oportunidades (DPMO), que de acordo com a tabela de conversão de DPMO para nível de Sigma, em Anexo III, corresponde a um nível de sigma do processo de satisfação de encomendas de aproximadamente 2,73.

### 4.3. FASE 3 – ANALYZE

Na fase *analyze* o objetivo é obter um conhecimento mais profundo dos problemas detetados e averiguar as causas principais, para aplicar da melhor forma o procedimento de melhoria na fase seguinte. Na fase de análise, o trabalho focou-se no defeito mais relevante encontrado anteriormente – incumprimento da data de entrega.

Primeiramente foi feita uma análise das coleções de produtos mais críticas, pois os produtos têm gamas operatórias distintas, conforme a família de produtos na qual se inserem, e tal como mencionado anteriormente, a introdução de certas gamas operatórias provocou profundas alterações no processo produtivo. Assim, pretende-se averiguar a relação entre as famílias dos produtos e os constrangimentos provocados nos centros de trabalho das diferentes operações, permitindo identificar a restrição de capacidade do sistema (recurso gargalo).

#### 4.3.1. IDENTIFICAÇÃO DAS COLEÇÕES CRÍTICAS

Para compreender quais as coleções mais críticas, relativamente ao principal problema, foi elaborado um diagrama de Pareto, no qual foram contabilizadas as unidades de produto acabado de cada coleção, nas encomendas em atraso no final do mês de novembro. No gráfico obtido, Figura 12, estão representadas a verde as coleções de produtos que, de acordo com a gama operatória, são processadas pela célula de decoração e a azul as restantes.

Paralelamente, foram analisadas todas as unidades de produto acabado, nas encomendas em aberto no final do mês de novembro e agrupadas por coleção, Figura 13, na qual foi utilizada a mesma simbologia de cores.

Podemos observar que cerca de 50% dos atrasos dizem respeito à coleção TURQUESA, sendo que esta representa também 11,7% das unidades encomendadas. No entanto, os restantes 50% são maioritariamente provenientes das coleções representadas a verde, que totalizam 18% das unidades encomendadas.



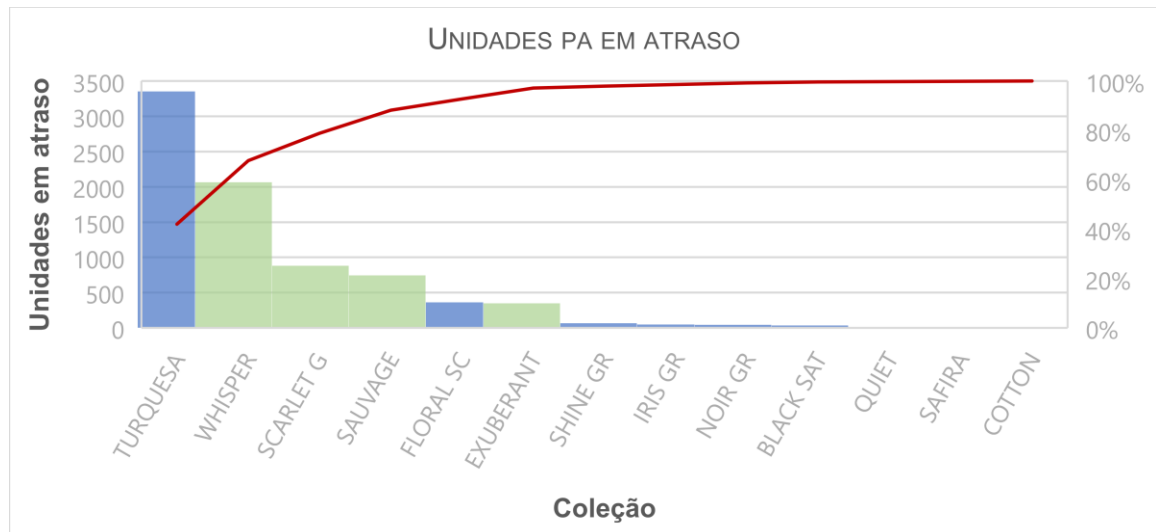


Figura 12 - Diagrama de Pareto – unidades PA em atraso, por coleção (novembro 2017).

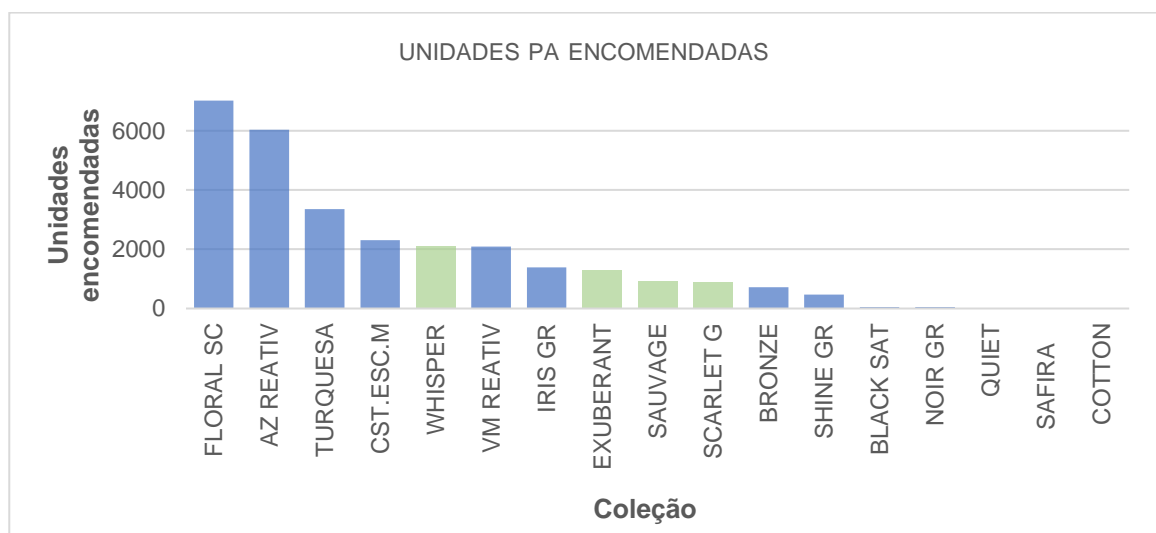


Figura 13 – Número de unidades PA encomendadas, por coleção (novembro 2017).

De acordo com Courtois et al., (2006), duas das possíveis formas de identificação de um recurso gargalo são: existência de atrasos sistemáticos na entrega de produto acabado fabricado nesse recurso e elevada existência de *stocks* a montante da célula.

Assim, ao analisar as coleções com maior número de unidades em atraso e de acordo com a primeira forma de identificação sugerida anteriormente, possivelmente a célula de decoração será um recurso gargalo.

A capacidade produtiva da conformação e da vidragem é de cerca de 20 mil peças por dia, enquanto que a capacidade produtiva da célula de decoração é de cerca de 1050 peças.

Dado que apenas 24% das referências 35 são submetidas à operação de decoração, as peças aí processadas são vidradas sempre na mesma máquina, que tem uma capacidade diária de cerca de 4800 peças. Assim, a célula de decoração tem uma cadência bastante inferior às restantes operações do processo produtivo, ou seja, não tem capacidade para acompanhar o resto do processo, sendo este um dos sintomas da existência de recurso gargalo.

Tendo sido identificada como potencial recurso gargalo, a operação de decoração e o seu planeamento foram posteriormente analisados de forma a perceber o funcionamento da célula e o método utilizado para o planeamento, possibilitando uma visão mais ampla que permitisse determinar como seria possível rentabilizar a sua capacidade.

#### 4.3.2. IDENTIFICAÇÃO DE CAUSAS PARA O INCUMPRIMENTO DE DATAS DE ENTREGA DE ENCOMENDAS

Para analisar as causas que contribuem para o problema de incumprimento de datas de entrega de encomendas procedeu-se à elaboração de um Diagrama de *Ishikawa*. Para tal, foram identificadas causas presentes em todo o processo produtivo, organizadas em seis categorias, habitualmente consideradas neste tipo de análise: meio ambiente, material, máquina, mão-de-obra, método e medida, apresentadas na Figura 14.

De acordo com (Pyzdek, 2003) um bom diagrama de *Ishikawa* deverá ser constituído por muitos ramos, caso contrário evidencia um conhecimento superficial do problema. Desta forma, idealmente deverá ser construído por várias pessoas, na fase de *Brainstorming*, o mais familiarizadas com o problema possível. No presente projeto, as causas foram identificadas em reunião, com a presença do chefe da secção de vidragem, dos departamentos de qualidade, logística e comercial, diretor de produção e diretor industrial da fábrica.

## CAUSAS INCUMPRIMENTO DE DATAS DE ENTREGA

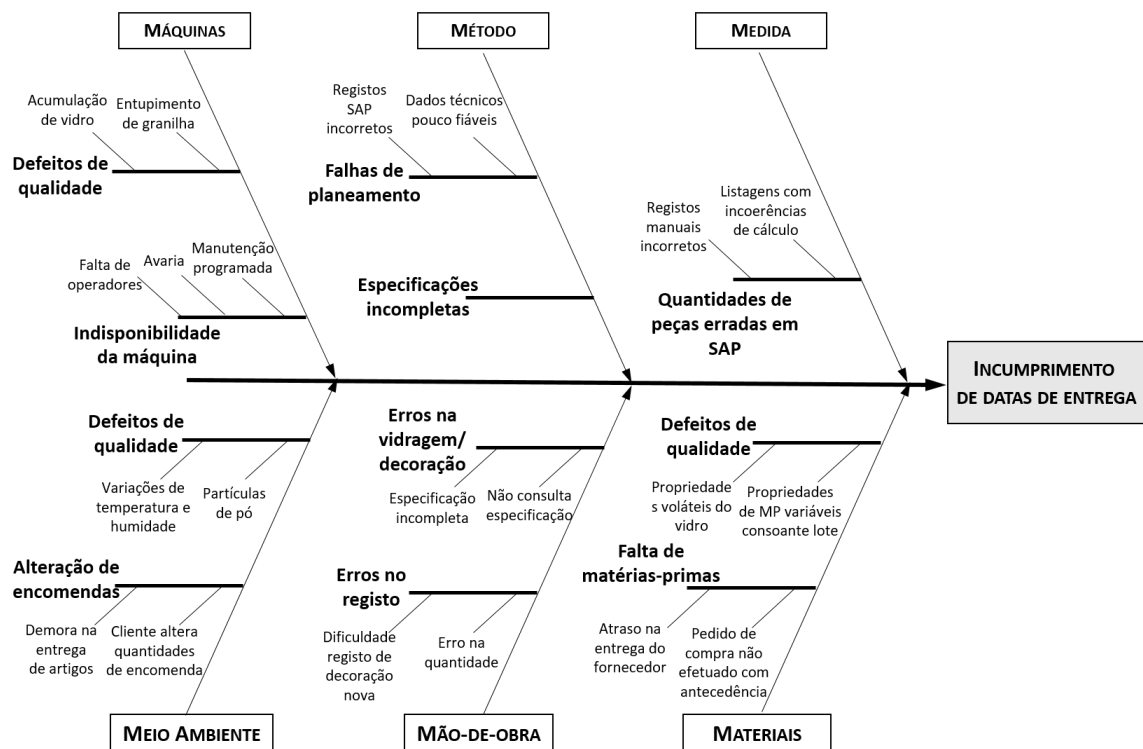


Figura 14 - Diagrama de Ishikawa – causas para o incumprimento de datas de entrega de encomendas.

#### 4.3.3. ANÁLISE DAS CAUSAS PRINCIPAIS PARA O INCUMPRIMENTO DE DATAS DE ENTREGA DE ENCOMENDAS

Após a identificação das coleções mais críticas e das causas principais para o problema do incumprimento de datas de entrega de encomendas, as restantes fases da metodologia DMAIC focaram-se nos ramos do método, medida, mão-de-obra e materiais do diagrama de Ishikawa pois são as causas mais facilmente controláveis, dependem diretamente do trabalho desenvolvido pela organização e podem ser melhoradas através da alteração de procedimentos e implementação de novas ferramentas. Assim, o foco da fase seguinte será a melhoria do planeamento e controlo da produção, dado ser a área na qual o projeto se encontra inserido, e, consequentemente, melhoria do sistema de informação da empresa (SAP), que serve de suporte ao PCP.

##### 4.3.3.1. Situação inicial – PCP na operação de decoração

Inicialmente, o planeamento da operação não existia de forma independente, isto é, a célula de decoração não tinha alocado um plano de produção próprio, sendo apenas ativada quando um produto de uma coleção com decoração era incluído no plano de

vidragem. Assim, quando se verificava a necessidade de produção de peças decoradas, a célula de decoração era ativada e eram planeadas apenas as quantidades necessárias para satisfazer as encomendas, não tendo em conta um horizonte temporal, ou seja, não existia uma data concreta de início e de fim do trabalho a processar.

Desta forma, existiam flutuações na carga de trabalho da célula (ex.: durante uma semana eram processadas 3500 peças, na semana seguinte apenas eram processadas 800 ou mesmo nenhuma quantidade) como perceptível nos gráficos da Figura 15, Figura 16 e Figura 17. Consequentemente os colaboradores alocados a esta operação eram libertados e alocados a outras operações do processo produtivo.

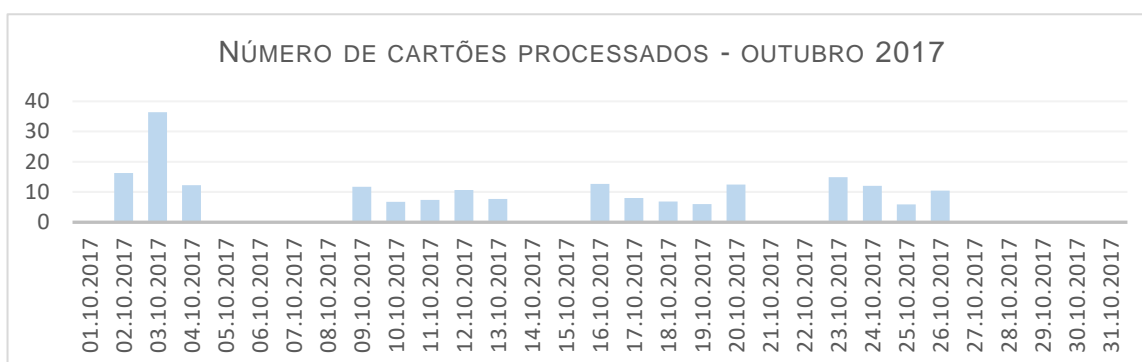


Figura 15 - Output célula de decoração - outubro 2017.

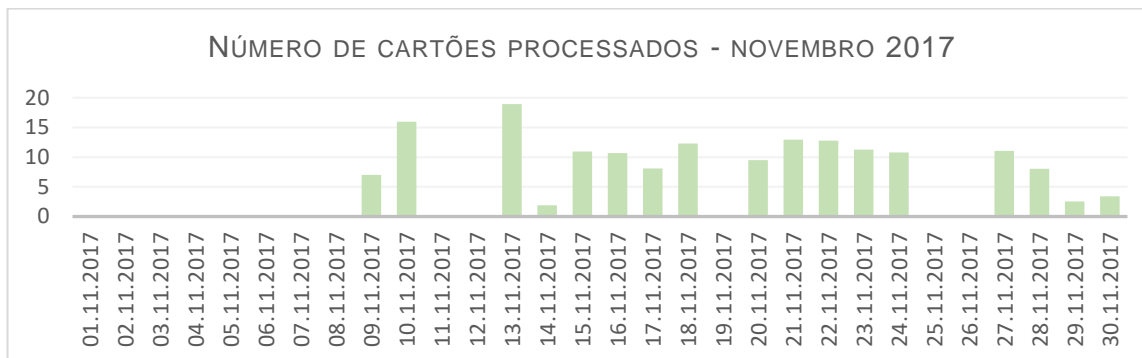


Figura 16 - Output célula de decoração - novembro 2017.

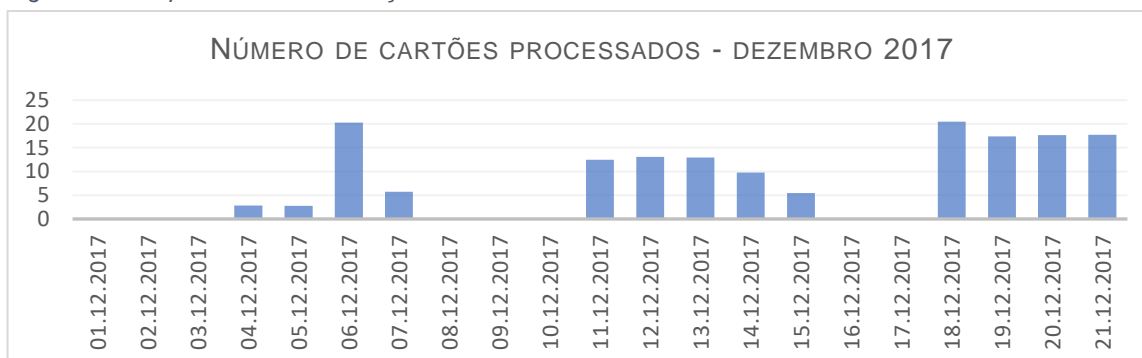


Figura 17 - Output célula de decoração - dezembro 2017.

O quadro de nivelamento implementado na secção, Figura 18, era, igualmente, utilizado de forma pouco adequada. Os *kanbans* utilizados na célula, referentes a intervalos de 20 minutos cada um eram utilizados, não como forma de programar a produção, mas como forma de demonstrar o trabalho já processado. Isto é, os *kanbans* apenas eram colocados no quadro de nivelamento quando a quantidade do lote a que se referem já estava produzida e pronta a ser transferida para o supermercado da operação seguinte, fornecendo pouca informação sobre a razão entre o *output* real e o planeado e o cumprimento do cronograma planeado (isto é, se existia atraso ou se o *kanban* que estava a ser processado correspondia à hora correta). Para além disso, a produção da célula era programada em número de unidades a produzir de cada referência, ao invés de número de *kanbans*, de forma a completar o lote de produção.

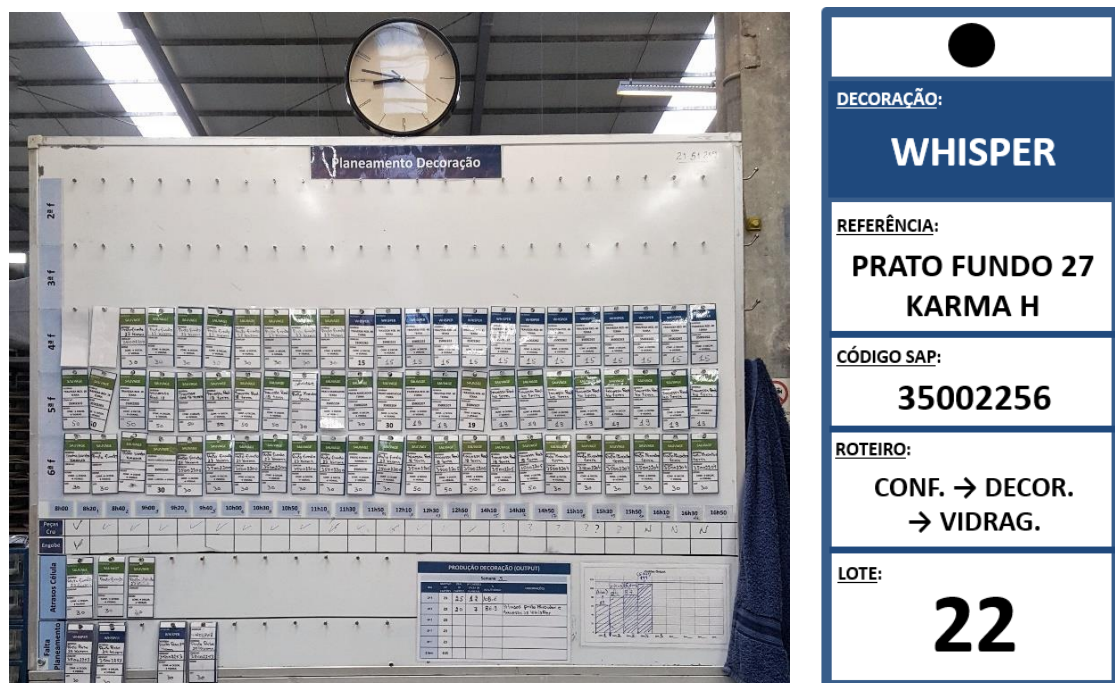


Figura 18 - Quadro de nivelamento de produção da operação de decoração e exemplo de *kanban*.

Concluindo, verificou-se a ineficiência da célula de decoração, por diversas razões: planeamento num horizonte temporal indefinido, desprezo pelos tempos de *setup* na troca de coleção e de referência a processar, flutuação da carga de trabalho – dias em que não eram planeadas referências para a decoração e dias em que era necessário produzir no limite da capacidade da célula.

Sendo um dos principais problemas, nos artigos cuja gama operatória inclui a operação de decoração, a falta de balanceamento da carga de trabalho e níveis de produtividade abaixo

do teórico foram definidas ações de melhoria para o planeamento desta operação, descritas na fase seguinte (*Improve*).

#### 4.3.3.2. Análise de erros no sistema ERP (SAP)

No diagrama de *Ishikawa*, Figura 14, podemos observar a presença de erros relacionados com a informação disponível em SAP e com a sua introdução no SI, em diversos ramos. Na categoria Método, os dados técnicos pouco fiáveis e os registos incorretos em SAP contribuem para a existência de falhas no planeamento; na categoria Medida, os registos incorretos e as incoerências nas fórmulas de cálculo em SAP originam erros nas existências em armazém.

Dado que se trata de um sistema integrado, a informação que nele é inserida é utilizada para diversos fins e, portanto, qualquer erro na introdução de dados se repercute ao longo da utilização dessa informação, como podemos observar.

Ao introduzir os novos produtos da linha de mesa e, conseqüentemente as diferentes gamas operatórias, verificou-se a necessidade de criação de uma nova listagem SAP de suporte ao planeamento de produção – listagem de necessidades de produção, presente na Tabela 16 – que refletisse o sistema produtivo e na qual constassem as necessidades de PA, de conformação, de vidragem, de decoração, os respetivos WIP e as quantidades existentes nos diversos armazéns relevantes (armazém de cru e armazém de vidrado).

Não existindo informação suficiente sobre a forma como o processo produtivo decorre na prática, essa listagem foi criada com base em “requisitos teóricos”, gerando falta de precisão da informação que fornece e pertinência. A nova listagem de necessidades de produção foi testada durante o decorrer do projeto, com o objetivo de efetuar alterações progressivas numa perspetiva de melhoria contínua, para que se tornasse fiável e servisse o propósito com que foi criada: suportar a tomada de decisão ao nível do planeamento fino.

Foi feito um levantamento dos tipos de erros mais comuns, na utilização da listagem referida e nos *inputs* exigidos pela mesma, durante um período de dois meses. Posteriormente foram definidos procedimentos preventivos e efetuadas correções desses erros (fase *Improve*). O tipo de erros mais comuns encontra-se expresso na Tabela 12, assim com a sua frequência de ocorrência no período analisado.

Tabela 12 – Levantamento de erros no SAP.

TIPOS DE ERROS SAP	FREQUÊNCIA
<b>Registos</b>	30
<b>Gama operatória</b>	18
<b>Incoerência de designações</b>	10
<b>Omissão de informação</b>	9
<b>Fórmula de cálculo</b>	5
<b>Quantidades em transferência</b>	1

#### 4.4. FASE 4 – *IMPROVE*

##### 4.4.1. UNIFORMIZAÇÃO DE INFORMAÇÃO

Courtois et al., (2006) realçam a importância do sistema de codificação, que tem como objetivo a obtenção de uma linguagem breve e precisa e de informação uniforme e coerente, principalmente no que se refere aos artigos.

No decorrer da primeira fase de conhecimento dos processos na organização foram identificadas dificuldades no processamento de informação retirada de SAP, refletidas também na comunicação existente entre diferentes áreas organizacionais. Não existindo pressupostos/regras de criação de novos códigos e designações de artigos, nem de procedimentos que devem ser seguidos aquando a sua criação, foram identificadas disparidades e incoerências entre diversas fontes de informação que dificultam o tratamento de dados.

Durante a criação da identificação de artigos, Greene (1986) recomenda o registo dos pressupostos de nomenclatura para itens dentro da mesma subdivisão, neste caso, dentro do mesmo tipo de referências (31, 35 e 37) para que a uniformidade seja mantida futuramente.

As regras a seguir aquando a criação de códigos de artigos devem ser objetivas e fáceis de compreender e o método utilizado deve estar adaptado às diversas utilizações que o código do artigo irá ter na produção, para evitar futuras alterações morosas e dispendiosas (Courtois et al., 2006).

Segundo Courtois et al., (2006), um sistema de codificação deve obedecer a cinco características fundamentais:

- **Precisão e discriminação:** cada artigo deve ter um único código que permita distinguir as diversas variantes (por exemplo peças com a mesma forma, mas cores diferentes);
- **Flexibilidade:** deve permitir uma fácil introdução de novos códigos, respeitando a lógica criada;
- **Estabilidade:** no tempo, dado que a mudança de sistema de codificação é uma tarefa pesada para uma organização;
- **Homogeneidade:** conter o mesmo número de caracteres, com a mesma estrutura e composição por forma a evitar o erro;
- **Simplicidade:** não deverá ser demasiado extenso, dividido em campos homogêneos, com ou sem separação por espaços, para que seja de fácil utilização.

Greene (1986) acrescenta características complementares a ter em conta:

- **Significado:** o código deve fornecer informação sobre algumas características do item, sempre que possível;
- **Conveniência:** deve ser facilmente entendido por cada utilizador e de simples criação.

Assim, tendo em vista a uniformização da linguagem utilizada nos SI foi criado um conjunto de regras a aplicar no desenvolvimento de novos produtos e as designações dos produtos existentes foram alteradas para corresponderem à uniformização pretendida. Foram alteradas 353 designações de referências 37, 239 designações de referências 35 e 40 designações de referências 31. Os novos pressupostos de uniformização foram aplicados, à data de abril de 2018, no desenvolvimento de 41 novos produtos acabados, e em todos os produtos intermédios desenvolvidos para os integrarem.

Assim, um total de 632 itens foram reorganizados e 75 foram criados posteriormente, obedecendo aos pressupostos de uniformização.

Em todos os subcampos, o pressuposto ideal definido foi não omitir caracteres, no entanto, devido ao limite total de 40 caracteres foram definidos pressupostos a ser aplicados no caso das designações que necessitam de omissão, conforme expresso na Tabela 13. A



designação do artigo utilizado como exemplo seria, sem omissão de caracteres, TRAVESSA REDONDA 40 TERRA NOIR (PR MAT & AZ) no entanto, como ultrapassa os 40 caracteres, foram aplicados os pressupostos de uniformização referidos na Tabela 13.

*Tabela 13 - Pressupostos de uniformização de designações de artigos.*

EXEMPLO	PRESSUPOSTO	
<b>TRAVESSA</b>	Nome: completo (exceto travessa e chávina – trav e chá)	≤40 CARACTERES
<b>RED</b>	Tipo: três caracteres iniciais	
<b>40</b>	Dimensão: completa	
<b>TERRA</b>	Shape: completa	
<b>NOIR</b>	Coleção: 4 caracteres iniciais	
<b>(PR MAT &amp; AZ)</b>	Cor: dois caracteres iniciais de cada cor	

Geralmente, produtos da mesma coleção são produzidos da mesma forma, com os mesmos vidros e os mesmos métodos de vidragem. Devido à criação de produtos de gama TC surgiram referências que, pertencendo à mesma coleção, são vidradas de forma diferente do usual e consequentemente foram identificadas diversas situações de ocorrência de erros na operação de vidragem, nomeadamente a troca de vidros ou de ordem de aplicação dos vidros em determinadas referências.

Assim, surgiu outra alteração a efetuar na informação das referências, integrada na uniformização de designações, que permita fácil identificação, na operação de vidragem, dos vidros que deverão ser aplicados na parte exterior e interior da peça. Deste modo, à semelhança dos pressupostos utilizados para a loiça de forno, foi alterado o campo “COR” de cada peça, seguindo a regra apresentada na Tabela 14. Apenas em situações de peças bicolor será usada notação “Cor exterior/cor interior”, caso contrário apenas existirá uma cor.

*Tabela 14 - Pressupostos utilizados na definição da cor.*

COR EXTERIOR/COR INTERIOR & COR MERGULHO	
<b>Exemplos</b>	NOIR (AZUL LAZÚLI/PR MATE) NOIR (PRETO MATE & AZUL LAZÚLI) IRIS (CASTANHO) IRIS (CASTANHO/TURQUESA)

Esta regra foi definida em conjunto com os diferentes utilizadores desta informação, de forma a obter uma solução o mais intuitiva e simplificada possível.

Para além das vantagens visíveis, com a redução de erros na operação de vidragem, esta alteração facilitou também o planeamento fino pois tornou perceptível a necessidade de *setups* de mudança de vidros, mesmo que dentro da mesma família de produtos, sendo mais intuitivo o escalonamento de referências que não necessitem de mudanças.

As alterações ao nível da uniformização de informação geraram vantagens, quer ao nível da comunicação, quer relativamente ao trabalho diário a executar em diversos departamentos, salientam-se:

- Facilitação da análise de informação e utilização de filtros;
- Melhoria da comunicação entre departamentos;
- Minimização da probabilidade de erro na produção;
- Identificação intuitiva de referências 37 e 35 que surgem como desdobramento da mesma referência 31.

#### 4.4.2. ALTERAÇÃO DAS FOLHAS DE REGISTO

Em consequência da melhoria descrita anteriormente, e em concordância com os esforços feitos para melhorar os registos manuais e reduzir o erro, foi alterada a FR 0086 – Folha de Registo de Vidragem. Na Tabela 15 encontra-se a versão anterior e a versão atual, que através da eliminação da escrita manual da coleção como fonte de erros, pretende reduzir os erros de registo, facilitar a identificação de referência e diminuir o tempo despendido com os registos manuais. Para isso foram incluídas as opções das variações existentes de cada coleção (assinalada a verde na Tabela 15), o operador apenas assinala a opção que pretende registar. No caso de ter sido vidrada uma cor que não consta na lista, esta deverá ser escrita manualmente como já era feito anteriormente.

Tabela 15 - Alteração da FR 0086 - Folha de Registo de Vidragem.

## FR 0086 - Folha de Registo de Vidragem – VERSÃO ANTERIOR

FR 0086 - Folha de Registo de Vidragem  
TaboeiraReferência: \_\_\_\_\_ Cor: \_\_\_\_\_  
Máquina: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_Grés ☐

Boas					Defeito	Quantidades
						Quebras
					Nicada Antes (1035)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50
					Defeito Máquina (580)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50
					Fissura (1060)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50
					Manuseamento (3034)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50

Observações: \_\_\_\_\_ Rúbrica: \_\_\_\_\_

Para assegurar que o documento é atual deve imprimir a partir da intranet

V: 6; 2017/ 09

## FR 0086 - Folha de Registo de Vidragem – VERSÃO ATUAL

FR 0086 - Folha de Registo de Vidragem  
Taboeira

Referência: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Máquina: \_\_\_\_\_

Cor:	<input type="radio"/> WHISPER (TRANSP MATE) <input type="radio"/> WHISPER (BR MATE/TRANS MATE) <input type="radio"/> WHISPER (TRANSP MAT/BR MATE) <input type="radio"/> WHISPER (BRANCO MATE) <input type="radio"/> SCARLET (LARANJA)	<input type="radio"/> SAUVAGE (VERDE) <input type="radio"/> SAUVAGE (BRANCO MATE/VERDE) <input type="radio"/> NOIR (AZUL/PRETO MATE) <input type="radio"/> NOIR (PRETO MATE + AZ MERG) <input type="radio"/> SCARLET (LARANJA/BRANCO)	<input type="radio"/> GOLD STONE (BRONZE) <input type="radio"/> GOLD STONE (BRANCO) <input type="radio"/> IRIS (CASTANHO) <input type="radio"/> IRIS (CASTANHO/TURQUESA)
------	---	---	---

Boas						Defeito	Quantidades
							Quebras
						Nicada Antes (1035)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50
						Defeito Máquina (580)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50
						Fissura (1060)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50
						Manuseamento (3034)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50

Observações: \_\_\_\_\_ Rúbrica: \_\_\_\_\_

Para assegurar que o documento é atual deve imprimir a partir da intranet

V: 6; 2017/ 09

#### 4.4.3. MELHORIAS SISTEMA ERP (SAP)

Tal como Courtois et al., (2006) afirmam, os sistemas de informação exigem um rigor extremo, sem falhas, dado que a informatização não resolve os problemas existentes, pelo contrário, torna-os catastróficos, devido ao efeito de replicação. Assim, relembram que “*a implementação ou a reorganização da gestão industrial de uma empresa passa necessariamente por um processo completo de projeto e não pode ser reduzida à simples instalação de um programa informático.*”.

Os tipos de erros mais comuns prendem-se com as fórmulas de cálculo utilizadas, as gamas operatórias e as listas técnicas incorretas. Desta forma, foi feita uma revisão das gamas operatórias (com foco apenas na sequência de operações) registadas em SAP de 260 referências 35 e 40 referências 31, por serem artigos de linha (TL), que mais interferem com a programação da produção, e foi calculado o seguinte índice de desempenho da qualidade dos dados técnicos, sugerido por Courtois et al., (2006), mencionado na Tabela 3:

$$\frac{N^{\circ} \text{ de gamas op. exactas}}{N^{\circ} \text{ de gamas op. verificadas}} \times 100 = \frac{247}{300} \times 100 = 82,3\%$$

Algumas das gamas operatórias apenas foram retificadas, em SAP, após a realização de ensaios de produção que permitiram apurar a sequência de operações adequada, principalmente no que diz respeito a referências 31 cuja gama operatória inclui cozedura no forno intermitente e a referências 35 que, na secção de vidragem, necessitam de sofrer uma operação de mergulho previamente à vidragem.

Relativamente às listas técnicas, estas foram corrigidas de forma iterativa, sempre que detetada uma incoerência. No entanto, para que futuramente a probabilidade de erro seja reduzida, foi delineado o procedimento de criação das mesmas. Assim, apenas serão disponibilizadas no SI quando todos os seus componentes estiverem codificados e terminadas as retificações de toda a informação. Desta forma, não serão produzidos artigos cuja lista técnica ainda não foi aprovada pelo Departamento de Tecnologia e cujos códigos se encontrem bloqueados à utilização.

A lógica dos cálculos e os campos utilizados na nova listagem de necessidades de produção referida na fase *Analyze* foram também alterados, no entanto necessitam ainda de reformulações pois devido ao elevado número de gamas operatórias diferentes e ao elevado número de pontos de contagem considerados na listagem não é possível criar uma fórmula de cálculo que responda a todas as combinações pontos de contagem-gama

operatória possíveis. Na Tabela 16 é apresentada uma comparação entre o estado inicial da listagem e o estado atual.









































Analisando as melhorias implementadas, verificamos que:

- as colunas referentes à mesma operação e o respetivo WIP encontram-se em colunas adjacentes facilitando a assimilação de informação (a amarelo as colunas que se referem à conformação, a verde as colunas que se referem à vidragem e a rosa as colunas que se referem à decoração);
- foi alterada a designação da coluna CURSO CONF para ARM. P/ CH, assinalada a laranja, que reflete as existências de peças conformadas, mas que ainda não foram chacotadas no forno intermitente (consequentemente não estão disponíveis para a secção de vidragem);
- foi adicionada uma coluna com a abreviação do roteiro (gama operatória) que a referência irá seguir, assinalada a azul, permitindo coordenar o planeamento das diferentes operações de forma a evitar acumulações de *stock* por excedência de capacidade de algum dos centros de trabalho;
- o número de PCS/CRT foi arredondado às unidades, pois todos os valores são inteiros, simplificando visualmente a listagem;
- a coluna que informa o número de *kanbans* que é necessário planejar no quadro de nivelamento da decoração foi alterada para que o valor que devolve seja um arredondamento por excesso, às unidades, da divisão do SLD DECORAÇÃO pelo número de PCS/CRT, assinalado a roxo.

Tabela 16 - Reformulação de listagem de necessidades de produção.

## Listagem Necessidades de conformação/vidragem – inicial














































Necessidades da Conformação / Vidragem



SELECÇÃO:  
Mês previsão : 10.2017  
Nº semanas : 4  
Data / Hora: 27.10.2017 14:27:36

C.TRAB	DES.CT	MAT.VIDRAD	COR	MAT.CRU	DESIGNAÇÃO	NEC.PA	NEC.CONF	CURSO CONF	ARM.CRU	ARM.CRU TO	NEC.	SALDO VIDR	EM CURSO V	SALDO DECO	PCS/CRT
31050	Acabamento PAP Manual	35001887	G GREY	31000598	G PRATO FUNDO 27 KARMA H	120	0	0	28	82	148	28	120	0	0,000
31050	Acabamento PAP Manual	35001888	G TURQUESA	31000598	G PRATO FUNDO 27 KARMA H	47	0	0	0	82	58	0	161	0	0,000
31050	Acabamento PAP Manual	35002158	G EXUBERANT	31000598	G PRATO FUNDO 27 KARMA H	10	0	0	0	82	0	0	6-	0	25,000
31050	Acabamento PAP Manual	35002245	G SCARLET	31000598	G PRATO FUNDO 27 KARMA H	61	0	0	0	82	81	0	175	81	0,000
31050	Acabamento PAP Manual	35002256	G WHISPER	31000598	G PRATO FUNDO 27 KARMA H	646	823	0	63	82	854	854	0	128	22,000

## Listagem Necessidades de conformação/vidragem – atual

Necessidades da Conformação / Vidragem																		
<div>                                            </div>																		
SELECÇÃO: Mês previsto : 02.2018 Nº semanas : 4 Data / Hora: 07.02.2018 15:51:54																		
C.TRAB	DES.CT	MAT.VIDRAD	COR	MAT.CRU	DESIGNAÇÃO	NEC.PA	NEC.CONF	ARM. P/ CH	ARM.CRU TO	NEC	SLD VIDRAG	EM CURSO V	SLD DECORA	PCS/CRT	NºCartões	EM CURSO D	AVID	ROTEIRO
31020	ROLLERS DUPLAS	35001863	G AZUL REATIVO	31000586	GTER COPO TERRA	25	0	0	1.386	29	29	0	0	0	0,0	0	0	C+V
31020	ROLLERS DUPLAS	35001864	G AREIA REATIVO	31000586	GTER COPO TERRA	32	0	0	1.386	38	38	0	0	0	0,0	0	0	C+M
31040	PAP MOLDES QUINTUPLOS	35001866	G AZUL REATIVO	31000586	GTER PRATO 19,5CM TERRA	47	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0	79	V
31040	Acerto de Operações	35001867	G AZUL REATIVO	31000589	GTER TRAV RED 18CM TERRA	127	0	0	432	142	142	0	0	0	0,0	0	6	V
31040	Acerto de Operações	35001872	G AREIA REATIVO	31000589	GTER TRAV RED 18CM TERRA	42	0	0	432	49	49	0	0	0	0,0	0	0	V
31020	ROLLERS DUPLAS	35001873	G AREIA REATIVO	31000590	GTER CHAV CAFÉ S/ASA TERRA	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0	90	C+M
31020	ROLLERS DUPLAS	35001874	G AREIA REATIVO	31000591	GTER CHAV CAFÉ S/ASA TERRA	36	42	0	0	42	42	0	0	0	0,0	0	0	V
31040	PAP MOLDES SIMPLES	35001890	G TURQUESA	31000599	G PRATO SOBREHESA 23 KARMA H	26	0	0	290	31	31	185-	0	0	0,0	0	0	V
31040	PAP MOLDES DUPLAS	35001892	G TURQUESA	31000600	GKAR TAÇA CEREAL 17 KARMA H	140	0	0	192	0	0	0	0	0	0,0	0	184	V
31040	PAP MOLDES SIMPLES	35002093	G SAFIRA	31000597	GKAR PRATO RASO 29 KARMA H	541	0	0	1.417	296	267	29	0	0	0,0	0	324	V

## 4.4.4. PLANEAMENTO E CONTROLO DE PRODUÇÃO NA OPERAÇÃO DE DECORAÇÃO

De acordo com a abordagem TOC, o processo produtivo deve ser planeado tendo em conta o ritmo ditado pelo ponto de controlo (*drum*), que corresponde à restrição de capacidade do sistema. Esta foi identificada na secção 4.3 como sendo a operação de decoração, nas gamas operatórias que a incluem, através da comparação entre a capacidade da célula de decoração (1050 peças/dia) e a capacidade (nas máquinas dedicadas ao grés de mesa) das secções de vidragem e conformação (4800 peças/dia).

De seguida, é apresentada a abordagem ao PCP segundo a estratégia *Drum-Buffer-Rope* (DBR), aplicada, ao longo do projeto, apenas aos produtos de grés de mesa cuja gama operatória inclui a operação de decoração.

**Drum**

Para determinar o ritmo de trabalho do sistema, foi decidido fazer nivelamento de produção no ponto de controlo, alcançado com recurso à ferramenta *Heijunka Box*, integrando esta prática na abordagem DBR.

Com a aplicação da *Heijunka Box* pretende-se diminuir o tamanho dos lotes de produção e aumentar a variedade de produtos produzidos para, desta forma, satisfazer os clientes

com o que quiserem, quando quiserem enquanto se mantém um ritmo constante de fluxo no sistema (Sayer & Williams, 2007).

Idealmente, as referências programadas para cada dia devem ser tais que permitam a rápida criação de lotes de vidragem. Com isto pretende-se satisfazer as encomendas, que se traduzem numa grande diversidade de referências enquanto, simultaneamente, se garante a eficiência da operação de vidragem ao sequenciar referências pertencentes à mesma família que prescindem de *setup* entre si, ou têm tempos de *setup* bastante reduzidos (apenas a troca de apoios, conforme a forma da peça que irá ser vidrada).

Para isso, o planeamento reúne a informação referente às encomendas em aberto destas referências, e distribui, de forma nivelada a produção de cada coleção, para que ao longo da semana sejam produzidas referências de todas as coleções com encomendas.

Dado que a estrutura do quadro de nivelamento já existia, optou-se por alterar apenas o seu funcionamento, mantendo as ferramentas existentes. Assim, consideraram-se para o planeamento, os 23 *kanbans* diários, de 20 minutos cada, bem como os lotes de produção já definidos. A quantidade considerada para cada lote foi obtida através do tempo teórico de processamento de cada referência 35, consultado na sua lista técnica, Figura 19, de acordo com a fórmula:

$$N^{\circ} \text{ peças por cartão} = \frac{20 \text{ (min)}}{\text{Tempo de processamento (min)}} \times 5 \text{ (pessoas)} \times 75\%$$

No exemplo da Figura 19, ao aplicar a fórmula acima, obtemos o valor de 50 peças por *kanban*. Os valores alusivos às restantes referências encontram-se em Anexo VI, e são apresentados em SAP na listagem de necessidades de produção, na coluna PCS/CRT, Tabela 16.

Oper.	Material	Descrição Material	Valor 1	Un1	CtTrb	Denominação CtTrb	
0010	35002206	G COPO TERRA SAUVAGE	1,500	MIN	31190	Pintura Manual	DECORAÇÃO: SAUVAGE
0015		G COPO TERRA SAUVAGE	0,164	MIN	31090	Vidragem	REFERÊNCIA: COPO TERRA
0020		G COPO TERRA SAUVAGE			31110	Enforna Vidrado	CÓDIGO SAP: 35002206
		G COPO TERRA SAUVAGE			31100	Forno 2 (Porcelana)	NOTA: CONF. → DECOR. → VIDRAG.
0030		G COPO TERRA SAUVAGE	0,364	KG	31110	Forno de Vidrado	
0040		G COPO TERRA SAUVAGE	0,033	MIN	31120	Escolha	NOTE: 50

Figura 19 - Tempo de processamento operação de decoração e *kanban* (referência 35002206).



O funcionamento do quadro de nivelamento inicia-se com a entrega, em papel, de um cronograma, semanal, de produção para a célula da decoração, que o responsável logístico da célula irá refletir no quadro de nivelamento. Em cada um dos cinco dias de trabalho serão alocados os 23 *kanbans* definidos pelo planeamento de produção, nos espaços dedicados a cada intervalo de 20 minutos, Figura 18.

Em cada intervalo, o operador logístico será responsável por transferir o material necessário para a execução das tarefas e para os eventuais *setups*, bem como transferir o material processado na célula até ao supermercado da operação seguinte.

A programação desta operação passará a ser articulada com a programação da operação de vidragem. Assim, sempre que seja concluído o processamento de um lote de peças da mesma coleção, este será brevemente armazenado, num local destinado, de onde prosseguirá para a operação de vidragem.

Na programação da produção da vidragem, este lote será programado para a data de conclusão prevista para operação de decoração, no caso de gamas operatórias nas quais a decoração antecede a vidragem, e numa data que permita o cumprimento da data de entrega, no caso de gamas operatórias nas quais a vidragem antecede a decoração.

De acordo com Chase et al., (1998) a gestão do recurso gargalo deve assegurar que é mantido um *buffer* de *stock* a montante, para garantir que existe sempre trabalho nesta operação, e garantir que o que é produzido no recurso gargalo é comunicado à primeira operação do sistema, para que liberte apenas essa quantidade de material – processo de comunicação denominado *rope*.

### **Buffer**

Foi criado um *buffer* de *stock* de material em cru, colocado numa zona do armazém de cru, respetivamente sinalizada no chão-de-fábrica (assinalado a amarelo no Anexo II), junto à célula de decoração (assinalada a verde no Anexo II) onde deverão ser colocados os materiais que foram planeados na secção de conformação com destino à célula de decoração.

Chase et al., (1998) sugerem que, inicialmente, se considere cerca de  $\frac{1}{4}$  do *lead time* total do sistema para a criação do *buffer* e este valor seja ajustado ao longo do tempo, conforme se verifique a necessidade de um *buffer* maior ou menor.



Sendo o *lead time* total do sistema (considerando apenas o *lead time* das peças que são decoradas) cerca de 4 dias, inicialmente decidiu-se considerar um *buffer* que garanta 1 dia de trabalho na operação de decoração.

Para determinar as referências que devem constituir este *buffer* foi feita uma análise das vendas de produtos decorados, no ano de 2017 e primeiro trimestre de 2018. Os resultados apresentados na Figura 20 permitem concluir que mais de 50% das vendas são referentes a quatro referências 31: Prato Raso 29 Karma, Prato Fundo 27 Karma, Prato Sobremesa 23 Karma e Taça Cereal 17 Karma. Desta forma, o *buffer* será sempre constituído por apenas uma, ou por uma combinação destas quatro referências, dependendo do plano que estiver a ser seguido na secção de conformação.

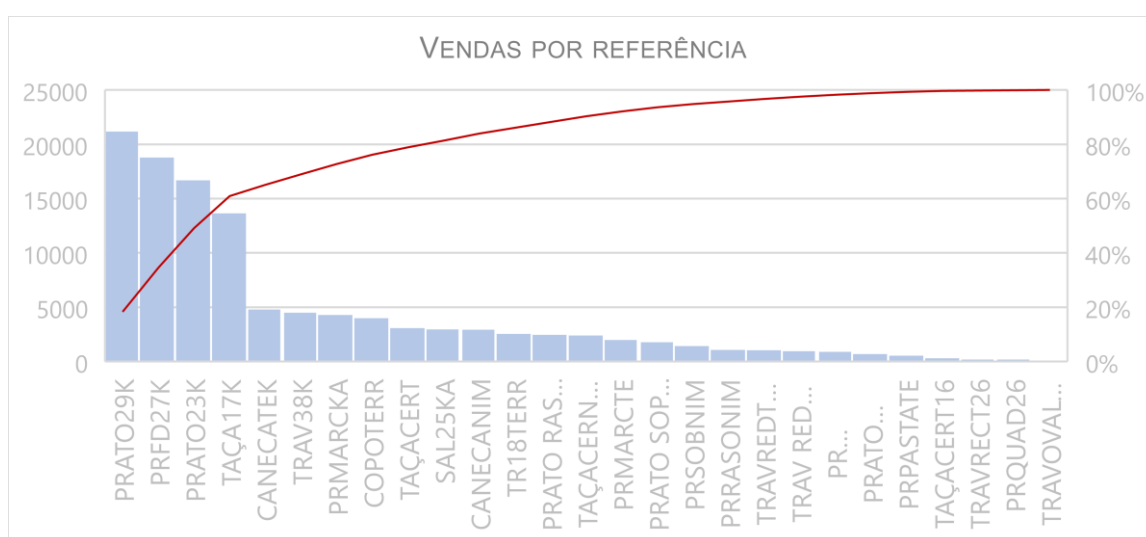


Figura 20 - Vendas de produtos com operação de decoração (referente ao ano 2017 e 1º trimestre de 2018).

Finalmente, foi calculada a dimensão que o *buffer* deverá ter, para cada tipo de referência 31 identificada anteriormente, Tabela 17. Os valores apresentados deverão ser considerados como valor aproximado do *buffer*, se este for integralmente constituído pela mesma referência.

Tabela 17 - Dimensão e constituição do *buffer* de stock.

REFERÊNCIA 31	DESIGNAÇÃO 31	MÉDIA DE PCS/CRT	BUFFER
<b>31000597</b>	G PRATO RASO 29 KARMA H	51	<b>1165</b>
<b>31000598</b>	G PRATO FUNDO 27 KARMA H	38	<b>874</b>
<b>31000599</b>	G PRATO SOBREMESA 23 KARMA H	67	<b>1533</b>
<b>31000600</b>	G TAÇA CEREAL 17 KARMA H	40	<b>909</b>

### **Rope**

O processo de comunicação da quantidade produzida pelo recurso gargalo pode ser feito de modo formal, como por exemplo recorrendo a um cronograma com a programação da produção, ou de modo informal como por exemplo através de discussão diária sobre a produção (Chase et al., 1998).

Através da utilização da *Heijunka Box* podemos retirar informações imediatas como:

- O *stock* de cada referência que foi produzido até ao instante – analisando-se o número de *kanbans* que foram virados, o lote de cada *kanban* e a referência;
- Se a produção está atrasada ou adiantada (Ramekar et al., 2017) – comparando a hora atual com a hora correspondente ao intervalo de cada coluna é possível saber se existe excesso de produção ou atraso, e, se necessário, tomar medidas corretivas imediatas;
- Falta de componentes – é possível antecipar esta situação pois a programação fica visível num período de tempo de até uma semana, permitindo que tanto quem produz como o fornecedor interno saiba os componentes que a célula irá necessitar.

Como o quadro de nivelamento permite obter informação imediata sobre a quantidade e referência produzida em cada momento, o responsável pelo planeamento de produção da secção de conformação verifica os *kanbans* que estão virados no quadro e sabe imediatamente quando deve ou não produzir cada uma das referências 31. Adicionalmente, são feitas reuniões diárias em cada secção, com a presença dos responsáveis de cada departamento, na qual são discutidos os resultados de cada secção e agilizado o seu funcionamento em conjunto com as restantes.

## **4.5. FASE 5 – CONTROL**

Na fase de controlo será apresentado o estado, no final do projeto, de alguns dos indicadores e fatores analisados inicialmente permitindo ter a perceção da melhoria do processo.

Na Figura 21 e Figura 22 podemos observar que a célula de decoração passou a trabalhar os cinco dias da semana, com uma carga de trabalho melhor balanceada do que anteriormente (Figura 15, Figura 16 e Figura 17). As variações relativamente ao valor de 23 *kanbans* diários devem-se, maioritariamente, a níveis de produtividade diferentes do

teórico e, por vezes, a inexistência de produto fornecido pelas operações anteriores, necessário para a execução desta operação.

Comparando o número de *kanbans* planeado com o número de *kanbans* processado, Anexo VII e Anexo VIII, verificamos que o planeamento define sempre 23 *kanbans* diários, embora alguns dias a produção não os atinja, e noutros dias os ultrapasse. Por forma a garantir o cumprimento exato dos 23 *kanbans*, o departamento de produção deverá retificar os tempos de processamento teóricos e, conseqüentemente, o número de peças por *kanban*, para que este seja o mais preciso possível (deverá ser  $\pm 10\%$  do valor real, de acordo com a Tabela 3) e, dessa forma, o número de *kanbans* planeado e real coincida.

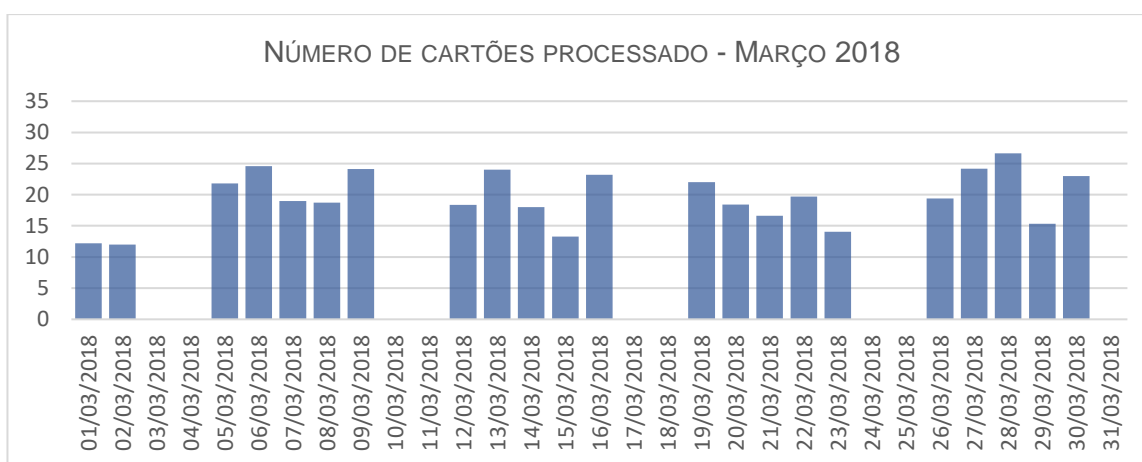


Figura 21 - Output célula de decoração (março 2018).

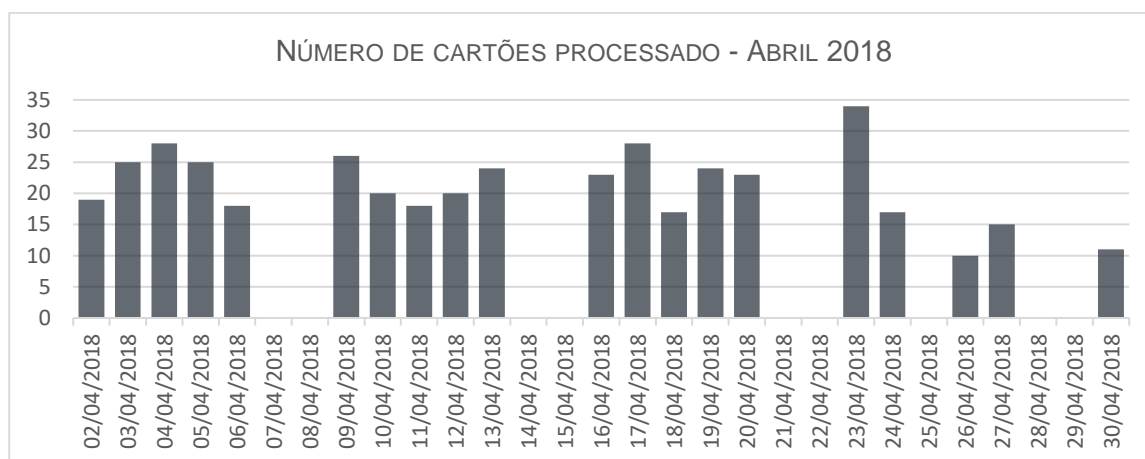


Figura 22 - Output célula de decoração (abril 2018).

Inicialmente, em 201 encomendas analisadas, 88 não cumpriram a data de entrega, o que significava que 43,8% das encomendas se encontravam em atraso.

Analisando as encomendas em aberto no final do mês de março de 2018, de forma análoga à análise feita para o mês de novembro de 2017, foram verificadas 37 encomendas em

atraso, num total de 292 encomendas, cujo total de unidades encomendadas se distribui conforme apresentado na Figura 23. Assim, 12,7% das encomendas encontravam-se em atraso, nas quais apenas uma das coleções processadas pela célula de decoração estava incluída, SAUVAGE, a verde na Figura 24.

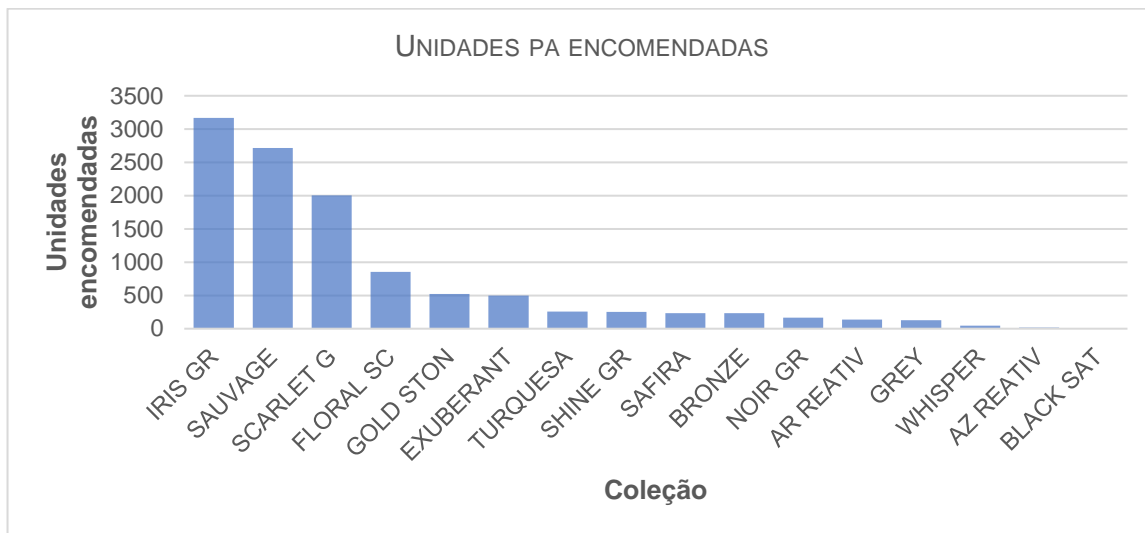


Figura 23 - Número de unidades PA encomendadas, por coleção (março 2018).

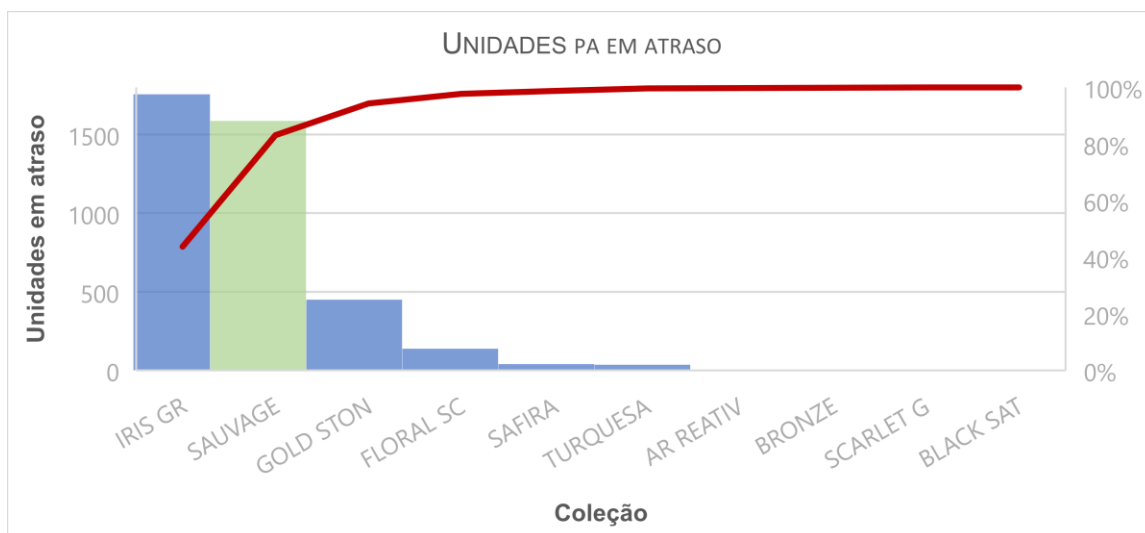


Figura 24 - Diagrama de Pareto – unidades PA em atraso, por coleção (março 2018).

Para avaliar a capacidade do processo após a implementação de melhorias, foi calculado novamente o DPMO, obtendo-se um valor de 31678,08 defeitos por milhão de oportunidades, que se converte num nível de sigma de 3,36. Verificou-se uma melhoria de mais de  $1\sigma$ , ou seja, a probabilidade de encontrar um defeito ao deslocarmo-nos ao longo

da distribuição de probabilidade (incumprimento de data de entrega da encomenda) diminuiu no valor de um desvio-padrão em torno da média.

$$DPMO = \frac{37 \times 1\,000\,000}{4 \times 292} = 31678,08 \text{ defeitos por milhão de oportunidades (DPMO)}$$

Os indicadores de desempenho da qualidade dos dados técnicos foram, igualmente, recalculados, tendo sido verificadas 150 gamas operatórias, das quais apenas 2 estavam incorretas, cumprindo o valor de referência de 98% sugerido por Courtois et al., (2006):

$$\frac{N^{\circ} \text{ de gamas op. exactas}}{N^{\circ} \text{ de gamas op. verificadas}} \times 100 = \frac{148}{150} \times 100 = 98,7\%$$

Tabela 18 – Comparação de indicadores de desempenho do processo de satisfação de encomendas novembro 2017 e março 2018.

INDICADOR DE DESEMPENHO		NOVEMBRO 2017	MARÇO 2018
<b>DPMO</b>		109452,7	31678,08
<b>Nível de Sigma</b>		2,73	3,36
<b>Percentagem de encomendas em atraso</b>		43,8%	12,7%
<b>Top 3 coleções com atraso</b>		TURQUESA WHISPER SCARLET	IRIS SAUVAGE GOLD STONE
<b>Qualidade dos dados técnicos</b>	$\frac{N^{\circ} \text{ de gamas op. exactas}}{N^{\circ} \text{ de gamas op. verificadas}} \times 100$	82,3%	98,7%

Na Tabela 18 estão sumarizados os diversos indicadores de desempenho que foram analisados no início e no final do projeto, permitindo uma comparação rápida e intuitiva, que confirma a melhoria da capacidade do processo e a diminuição da incidência do principal defeito (incumprimento de datas de entrega) no mesmo.

Tendo sido identificadas como as coleções mais críticas, verifica-se que grande parte dos atrasos já não se devem ao facto de os produtos serem processados na célula de decoração, mas terão outras justificações, como é o caso de problemas de qualidade devido à volatilidade dos vidros utilizados em certas coleções (por exemplo IRIS).

Devido às alterações efetuadas houve um aumento na qualidade dos dados técnicos, no que diz respeito às gamas operatórias, aproximadamente 98,7% destas eram exatas no momento de análise (março 2018).

## 5. CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO

Com este trabalho foi demonstrada a aplicação da metodologia DMAIC de forma diferente da tradicional. Esta foca-se na eliminação de defeitos e costuma estar relacionada com a qualidade do produto. Neste projeto foi transformada com o objetivo de auxiliar na diminuição da incidência de problemas relacionados com a satisfação de encomendas. Adaptando cada fase da metodologia ao processo sujeito a melhoria, foi possível alcançar o objetivo de reduzir o número de encomendas em atraso, utilizando as ferramentas habitualmente aplicadas na análise e eliminação de defeitos.

Através do diagrama de *Ishikawa* foram identificadas as diversas causas para o problema, tendo sido definido o foco nas causas consideradas principais – o PCP da operação de decoração e a existência de diversos erros em SAP.

Optou-se por alterar a abordagem ao PCP utilizada, elegendo uma abordagem híbrida, segundo nivelamento da produção e a TOC e adaptando o sistema à estratégia *Drum-Buffer-Rope*. Para a operacionalização da nova abordagem, recorreu-se à utilização de um quadro de nivelamento. Após a implementação das devidas alterações verificou-se a diminuição, em cerca de 30% das encomendas em atraso, bem como a diminuição da contribuição das coleções sujeitas a decoração, para o problema.

Relativamente aos erros existentes no sistema SAP, foram verificados e retificados os dados técnicos relevantes para o planeamento da produção, bem como alteradas as listagens utilizadas por forma a disponibilizarem informação precisa e adequada às necessidades da função. Sendo que parte dos erros existentes surgiam no momento dos registos manuais em sistema, foram alteradas as folhas de registo da secção de vidragem e definidas regras de uniformização de informação, aplicadas aos produtos existentes e a utilizar futuramente, aquando a criação de novos produtos. Obteve-se uma melhoria da qualidade dos dados técnicos, atingindo o valor de 98,7%, considerado por Courtois et al., (2006) dentro do objetivo desejável.

Embora tenha sido verificado que o objetivo foi cumprido, como se pode confirmar pelo aumento do nível de sigma de 2,73 para 3,36, existe ainda potencial de melhoria ao longo de todo o processo, bem como ao longo de todo o processo produtivo. Tratando-se de uma novidade no ambiente organizacional, diversos procedimentos e subprocessos necessitam ainda de ser estudados e padronizados, por forma a diminuir a probabilidade de ocorrência de erros. Para além disso, dado ser algo recente, toda a pesquisa e análise feita ao longo deste trabalho exigiu um esforço elevado pois grande parte dos dados relacionados com o

processo produtivo tiveram de ser organizados desde a sua origem, para tomarem sentido e providenciarem conhecimento necessário ao decorrer do projeto.

Não se justificou, inicialmente, a implementação da metodologia SMED na operação de decoração no decorrer do projeto, dado os tempos de *setup* não serem significativos no tempo total de processamento da célula. No entanto, como sugestão de trabalho futuro, esta poderá ser uma prática a implementar, pois apesar de a referida operação possuir tempos de *setup* reduzidos, qualquer processo apresenta margem de melhoria. Assim, a implementação da metodologia SMED poderá fazer sentido, essencialmente através da redução de movimentações desnecessárias no *setup* de cada uma das mesas da célula de decoração, que se verifica consideravelmente mais demorado no caso de trocas entre decorações a aplicar nas peças do que no caso de troca de peças a processar.

A mesma prática deveria ser implementada na operação de vidragem, onde os *setups* representam um desperdício considerável de vidro e, por vezes, têm uma duração superior ao tempo de processamento de um lote de produção de vidragem. Com a diminuição dos tempos de *setup*, esta operação seria mais flexível a alterações na dimensão de lotes de produção, permitindo melhorar o nivelamento de produção que se pretende alcançar, não só nas coleções decoradas, como nas restantes coleções.

Com o aumento da procura dos novos produtos de grés de mesa, verificou-se que a capacidade da célula de decoração não era suficiente para a satisfazer. Assim, a organização considerou necessário o aumento da capacidade que será alcançado através do aumento do número de colaboradores na célula. Para isso, será necessário retificar a quantidade de peças considerada em cada *kanban* utilizado para programar a produção.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alegre, V. (2018). Vista Alegre: Porcelain, Crystal since 1824. Retrieved December 10, 2017, from [https://vistaalegre.com/pt/t/VAAX\\_VisiteMuseudaVistaAlegre\\_ExposicoesPermanent es-3](https://vistaalegre.com/pt/t/VAAX_VisiteMuseudaVistaAlegre_ExposicoesPermanent es-3)
- Arena Solutions. (2012). Retrieved March 26, 2018, from <https://www.arenasolutions.com/resources/articles/creating-bill-of-materials/>
- Arevalo, C., Escalona, M. J., Ramos, I., & Domínguez-Muñoz, M. (2016). A metamodel to integrate business processes time perspective in BPMN 2.0. *Information and Software Technology*, 77, 17–33. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2016.05.004>
- Badura, D. (2014). Modelling Business Processes in Logistics With the Use of Diagrams Bpmn and Uml, 16. Retrieved from <http://www.wsb.edu.pl/container/FORUM SCIENTIAE/fso logistic/badura.pdf>
- Basto, J. T. F. P. (1924). *A fábrica da Vista Alegre : 1824-1924 : o livro do seu centenário*. Lisboa: Biblioteca Nacional.
- Chase, R. B., Aquilano, N. J., & Jacobs, F. R. (1998). *Production and Operations Management: Manufacturing and Services*. (McGraw Hill, Ed.) (8th ed.). Richard D Irwin.
- Cinelli, M., Ferraro, G., Iovanella, A., Lucci, G., & Schiraldi, M. M. (2017). A network perspective on the visualization and analysis of bill of materials. *International Journal of Engineering Business Management*, 9, 1–11. <https://doi.org/10.1177/1847979017732638>
- Courtois, A., Pillet, M., & Martin-Bonnefous, C. (2006). *Gestão da Produção* (5ª). LIDEL - Edições Técnicas, Lda.
- De Mast, J., & Lokkerbol, J. (2012). An analysis of the Six Sigma DMAIC method from the perspective of problem solving. *International Journal of Production Economics*, 139(2), 604–614. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2012.05.035>
- Dennis, P. (2010). *The Remedy: Bringing Lean Thinking Out of the Factory to Transform the Entire Organization*. Retrieved from <https://books.google.com/books?id=oYCKJhteuZ0C&pgis=1>

- Devaraj, S., & Kohli, R. (2000). Information Technology Payoff in the Health-Care Industry : A Longitudinal Study. *Journal of Management Information Systems*, 1222, 41–67. <https://doi.org/10.1080/07421222.2000.11518265>
- Dijkman, R. M., Dumas, M., & Ouyang, C. (2008). Semantics and analysis of business process models in BPMN. *Information and Software Technology*, 50(12), 1281–1294. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2008.02.006>
- Donald, P. (2003). How to scope DMAIC projects. *Quality Progress*, 36, 37–41.
- Dumas, M., Rosa, M. La, Mendling, J., & Reijers, H. A. (2013). *Fundamentals of Business Process Management*. Berlin: Springer. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-642-33143-5>
- Eckes, G. (2001). *The Six Sigma Revolution-How General Electric and Others Turned Process Into Profits*. John Wiley & Sons, Inc.
- Eckes, G. (2003). *Six Sigma for Everyone*. John Wiley & Sons, Inc.
- Ghosh, S., & Maiti, J. (2014). Data mining driven DMAIC framework for improving foundry quality-a case study. *Production Planning and Control*, 25(6), 478–493. <https://doi.org/10.1080/09537287.2012.709642>
- Gibson, P., Grehenthalgh, G., & Kerr, R. (1995). *Manufacturing Management: Principles and concepts* (First). London: Chapman & Hall.
- Girmanová, L., Šolc, M., Kliment, J., Divoková, A., & Mikloš, V. (2017). Application of Six Sigma Using DMAIC Methodology in the Process of Product Quality Control in Metallurgical Operation. *Acta Technologica Agriculturae*, 20(4), 104–109. <https://doi.org/10.1515/ata-2017-0020>
- Goldratt, E. M. (1988). Computerized shop floor scheduling. *International Journal of Production Research*, 26(3), 443–455. <https://doi.org/10.1080/00207548808947875>
- Goldratt, E. M. (1990). Theory of Constraints. *Great Barrington: North River Press*, 1–159.
- Greene, J. H. (Ed.). (1986). *Production & Inventory Control Handbook* (Second). McGraw-Hill.
- Gupta, M. C., & Boyd, L. H. (2008). Theory of constraints: a theory for operations management. *International Journal of Operations & Production Management*, 28(10), 991–1012.

- Gupta, M., & Snyder, D. (2009). Comparing TOC with MRP and JIT: A literature review. *International Journal of Production Research*, 47(13), 3705–3739. <https://doi.org/10.1080/00207540701636322>
- Harris, P., Dall, F., Riley, O., Riley, D., & Hand, C. (2016). Process improvement for professionalizing non-profit organizations: BPM approach. *Business Process Management Journal*, 22(3), 634–658. <https://doi.org/10.1108/IJRDM-06-2016-0103>
- Harrison, D. K., & Petty, D. J. (2002). *Systems for Planning & Control in Manufacturing*. Newnes.
- Helms, M. M. (2006). *Encyclopedia of Management* (5th ed.). Thomson Gale.
- Hillier, F. S. (2006). *Handbook of production scheduling*. (J. W. Herrmann, Ed.). Springer.
- Hung, R. Y.-Y. (2006). Business process management as competitive advantage: a review and empirical study. *Total Quality Management & Business Excellence*, 17(1), 21–40. <https://doi.org/10.1080/14783360500249836>
- Hüttmeir, A., de Treville, S., van Ackere, A., Monnier, L., & Prenninger, J. (2009). Trading off between heijunka and just-in-sequence. *International Journal of Production Economics*, 118(2), 501–507. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2008.12.014>
- Ishikawa, K. (1976). - *Guide to Quality Control*. Tokyo: Asian Productivity Organization.
- Kaye, D. (1995). The importance of information. *Management Decision*, 33(5), 5–12. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1108/EUM00000000003897>
- Kim, T., & Glock, C. H. (2017). Production planning for a two-stage production system with multiple parallel machines and variable production rates. *International Journal of Production Economics*, 196(April 2016), 284–292. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2017.11.018>
- Kolli, S., & Hanley, T. R. (1997). *Manufacturing Decision Support Systems*. (H. R. Parsaei, Ed.). Chapman & Hall.
- Kumar, S., & Sosnoski, M. (2013). Using DMAIC Six Sigma to systematically improve shopfloor production quality and costs. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 58(3), 254–273. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1108/MRR-09-2015-0216>
- Kumar, S., Strandlund, E., & Thomas, D. (2008). Improved service system design using Six

- Sigma DMAIC for a major US consumer electronics and appliance retailer. *International Journal of Retail & Distribution Management*, 36(12), 970–994. <https://doi.org/https://doi.org/10.1108/09590550810919388>
- Lean Enterprise Institute. (2016). Lean Enterprise Institute. Retrieved March 18, 2018, from <https://www.lean.org/lexicon/heijunka>
- Liker, J. K. (2004). Principle 4: Level Out the Workload (Heijunka). In *Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer* (1st ed., pp. 113–127). McGraw-Hill Education. Retrieved from <https://www.accessengineeringlibrary.com/browse/toyota-way-14-management-principles-from-the-worlds-greatest-manufacturer#c9780071392310ch10>
- Liliana, L. (2016). A new model of Ishikawa diagram for quality assessment. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 161(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/161/1/012099>
- Maiga, A. S., Nilsson, A., & Ax, C. (2015). Relationships between internal and external information systems integration, cost and quality performance, and firm profitability. *Intern. Journal of Production Economics*, 169, 422–434. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2015.08.030>
- Muehlen, M., & Ho, D. T. (2008). Service Process Innovation: A Case Study of BPMN in Practice. *Business*, 1–10. <https://doi.org/10.1109/HICSS.2008.388>
- Object Management Group (OMG). (2011). Business Process Model and Notation (BPMN) Version 2.0. *Business*, 50(January), 170. <https://doi.org/10.1007/s11576-008-0096-z>
- Pinedo, M. L. (2016). *Scheduling - Theory, Algorithms, and Systems* (5th ed.). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-26580-3>
- Pinto, J. P. (2014). *Pensamento Lean - A filosofia das organizações vencedoras*. (Lidel, Ed.) (6th ed.).
- Porter, M. E., & Millar, V. E. (1985). How information gives you competitive advantage. *Harvard Business Review*, 63(4), 149. <https://doi.org/10.1038/bdj.2007.481>
- Prajogo, D., Toy, J., Bhattacharya, A., Oke, A., & Cheng, T. C. E. (2018). The relationships between information management, process management and operational performance: Internal and external contexts. *International Journal of Production Economics*, 199(February), 95–103. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.02.019>










- Pyzdek, T. (2003). *The Six Sigma handbook*. McGraw-Hill.  
<https://doi.org/10.1036/0071415963>
- Rahman, S. (1998). Theory of constraints: A review of the philosophy and its applications. *International Journal of Operations & Production Management*, 18(4), 336–355.  
<https://doi.org/10.1108/01443570610636996>
- Ramekar, A. M., Muneshwar, V. D., Kute, A. S., & Choube, A. M. (2017). Concept of Heijunka. *International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology (IARJSET)*, 4(3), 1–5. <https://doi.org/10.17148/IARJSET>
- Sayer, N. J., & Williams, B. (2007). *Lean for Dummies*. Wiley Publishing, Inc.
- Schmenner, R. W. (1993). *Production/Operations Management: From the Inside Out*. (C. E. Stewart, Ed.) (5th ed.). Macmillan Coll Div.
- Shih, H. M. (2014). Migrating product structure bill of materials Excel files to STEP PDM implementation. *International Journal of Information Management*, 34(4), 489–516.  
<https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2014.01.004>
- Slack, N., Brandon-Jones, A., & Johnston, R. (2013). *Operations Management. Operations Management* (7th ed.). Pearson.
- Stair, R. M., & Reynolds, G. W. (2010). *Principles of Information Systems* (9th ed.). Course Technology.
- Thakore, R., Dave, R., Parsana, T., & Solanki, A. (2014). A Review: Six Sigma Implementation Practice in Manufacturing Industries. *Journal of Engineering Research and Applications* *Www.Ijera.Com ISSN*, 4(114), 2248–962263. Retrieved from [www.ijera.com](http://www.ijera.com)
- van der Aalst, W. M. P. (2013). Business Process Management : A Comprehensive Survey. *ISRN Software Engineering*, 2013, 1–37.  
<https://doi.org/http://dxdoi.org/10.1155/2013/507984>
- Yeh, C. (2000). A customer-focused planning approach to make-to-order production. *Industrial Management & Data Systems*, 100(4), 180–187.  
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1108/02635570010328693>

---



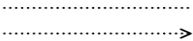


# ANEXOS

---

## Anexo I – Elementos utilizados na notação BPMN, adaptado de (Object Management Group (OMG), 2011).

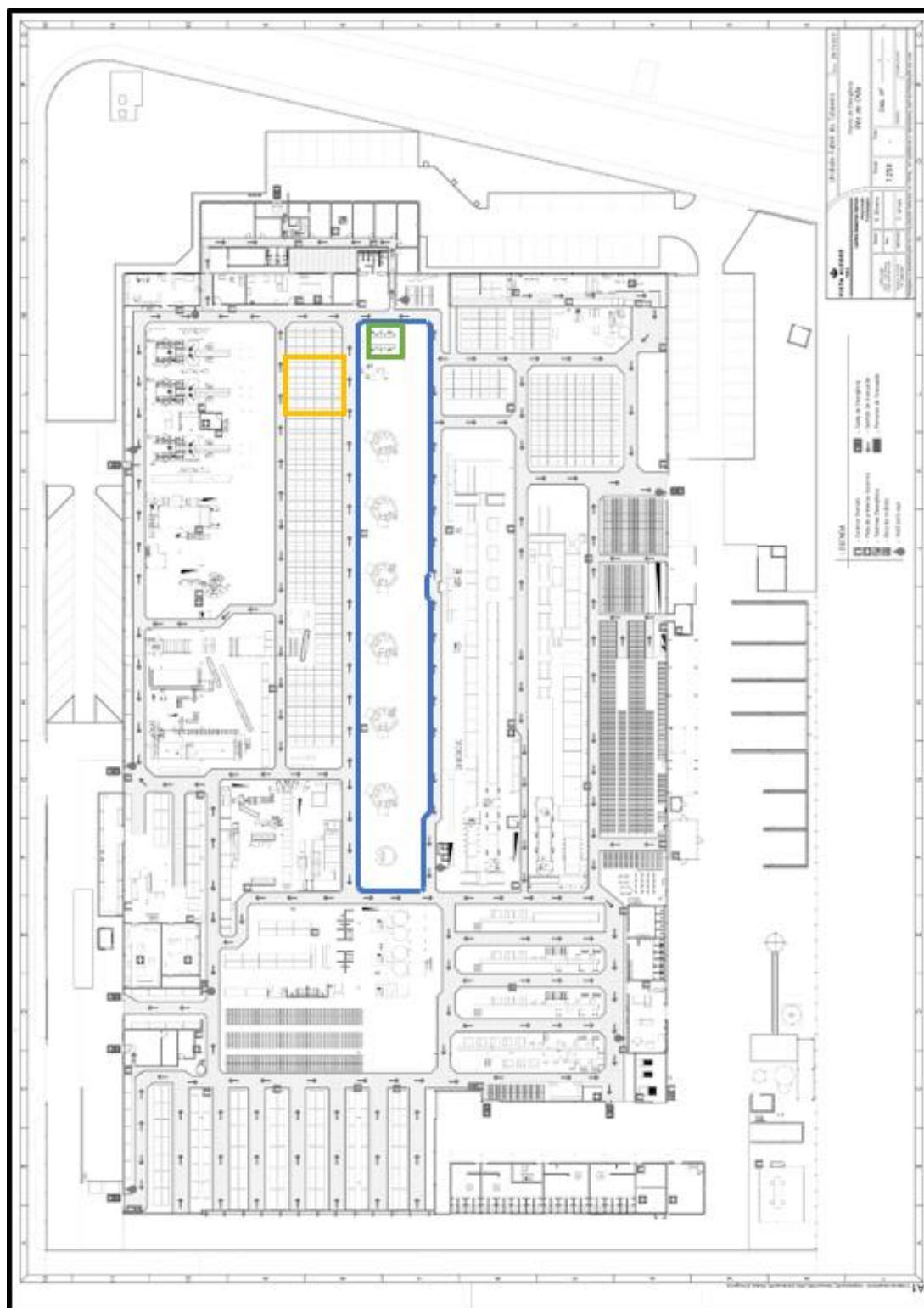
CATEGORIA	ELEMENTO	DESCRIÇÃO	NOTAÇÃO
<b>Objetos de fluxo</b>	<b>Evento</b>	Representa elementos passivos e é atômico (ex: fatura enviada). Um evento de início ativa o processo e um evento de fim termina-o.	 
	<b>Atividade</b>	Representa elementos ativos, que consomem tempo e requerem recursos (ex: enviar fatura). Uma atividade de um processo pode ser decomposta em subprocessos.	
	<b>Gateway</b>	Representam um ponto em que o fluxo do processo diverge, ou converge, normalmente, de acordo com uma decisão. Pode ser de decisão exclusiva, inclusiva ou processamento paralelo.	  
<b>Artefactos</b>	<b>Objeto de dados</b>	Fornece informação sobre o que o processo faz. Pode ser utilizado para representar documentos ou armazéns de dados.	
	<b>Grupo</b>	Representa agrupamento de atividades e tarefas.	
	<b>Anotação</b>	Fornecem informações adicionais e comentários para o “leitor” do diagrama BPMN.	

## Anexo I – Elementos utilizados na notação BPMN, adaptado de (Object Management Group (OMG), 2011). (continuação)

Objetos de conexão	<b>Fluxo de sequência</b>	Mostra a sequência com que as atividades são executadas.	
	<b>Fluxo de mensagem</b>	Mostra o fluxo de mensagens entre participantes diferentes (o que envia e o que recebe a mensagem).	
	<b>Associação</b>	Associa dados, texto e outros artefactos com os objetos de fluxo. Mostram o sentido (entrada e saída) dos artefactos relativamente às atividades.	
Swimlanes	<b>Pool</b>	Representa um participante do processo. Pode ser uma entidade de negócio ou um papel de negócio.	
	<b>Lane</b>	Subdivisão utilizada dentro da <i>pool</i> para organizar e categorizar as atividades.	



## Anexo II - Planta da unidade industrial Cerexport



### LEGENDA:

Secção de vidragem

Célula de decoração

Buffer de stock - decoração

## Anexo III – Tabela de conversão DPMO em valor de sigma, fonte: (Eckes, 2001).

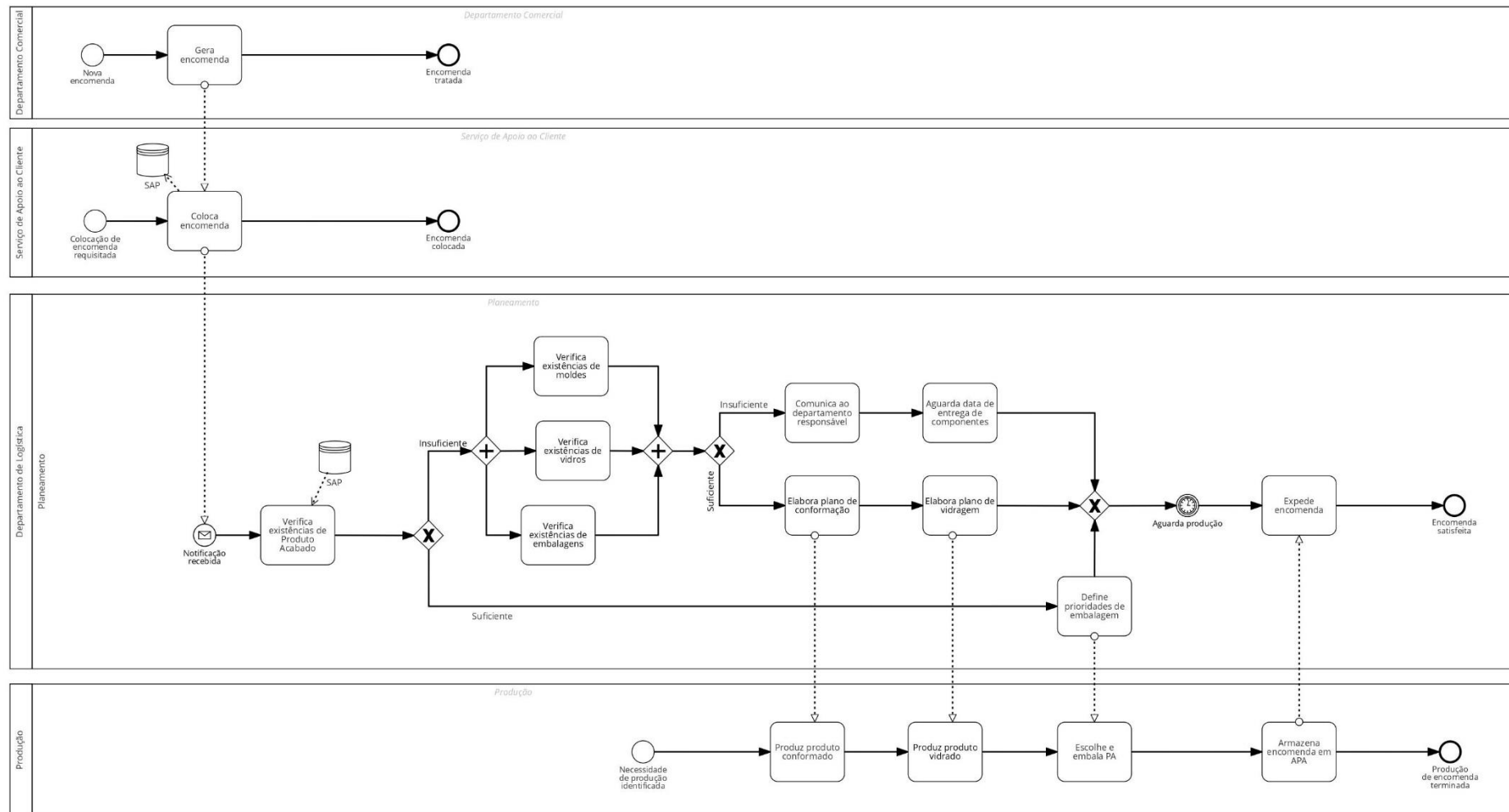
Process capability and sigma conversion table.

Capability Index (Cpk)	Process Sigma Short Term	Process Sigma Long Term	Yield	Defects per 1,000,000	Defects per 100,000	Defects per 10,000	Defects per 1,000	Defects per 100
2	6	4.5	99.99966	3	0.34	0.034	0.0034	0.00034
1.97	5.9	4.4	99.99946	5	0.54	0.054	0.0054	0.00054
1.93	5.8	4.3	99.99915	9	0.85	0.085	0.0085	0.00085
1.9	5.7	4.2	99.9987	13	1.34	0.134	0.0134	0.00134
1.87	5.6	4.1	99.9979	21	2.1	0.207	0.021	0.0021
1.83	5.5	4	99.9968	32	3.2	0.32	0.032	0.0032
1.8	5.4	3.9	99.995	48	4.8	0.48	0.048	0.0048
1.77	5.3	3.8	99.993	72	7.2	0.72	0.072	0.0072
1.73	5.2	3.7	99.989	108	10.8	0.08	0.11	0.011
1.7	5.1	3.6	99.984	159	15.9	1.6	0.16	0.016
1.67	5	3.5	99.98	233	23.3	2.3	0.23	0.023
1.63	4.9	3.4	99.97	337	33.7	3.4	0.34	0.034
1.6	4.8	3.3	99.95	483	48.3	4.8	0.48	0.048
1.57	4.7	3.2	99.93	687	68.7	6.9	0.69	0.069
1.53	4.6	3.1	99.90	968	97	10	0.97	0.097
1.5	4.5	3	99.87	1,350	135	13	1.3	0.13
1.47	4.4	2.9	99.81	1,866	187	19	1.9	0.19
1.43	4.3	2.8	99.74	2,555	256	26	2.6	0.26
1.4	4.2	2.7	99.65	3,467	347	35	3.5	0.35
1.37	4.1	2.6	99.5	4,661	466	47	4.7	0.47
1.33	4	2.5	99.4	6,210	621	62	6.2	0.62
1.3	3.9	2.4	99.2	8,198	820	82	8.2	0.82
1.27	3.8	2.3	98.9	10,724	1,072	107	11	1.1
1.23	3.7	2.2	98.6	13,903	1,390	139	14	1.4
1.2	3.6	2.1	98.2	17,864	1,786	179	18	1.8
1.17	3.5	2	97.7	22,750	2,275	228	23	2.3
1.13	3.4	1.9	97.1	28,716	2,872	287	29	2.9
1.1	3.3	1.8	96.4	35,930	3,593	359	36	3.6
1.07	3.2	1.7	95.5	44,565	4,457	446	45	4.5
1.03	3.1	1.6	94.5	54,799	5,480	548	55	5.5
1	3	1.5	93.3	66,807	6,681	668	67	6.7
0.97	2.9	1.4	91.9	80,757	8,076	808	81	8.1
0.93	2.8	1.3	90.3	96,801	9,680	968	97	9.7
0.9	2.7	1.2	88.5	115,070	11,507	1,151	115	12
0.87	2.6	1.1	86.4	135,666	13,567	1,357	136	14
0.83	2.5	1	84.1	158,655	15,866	1,587	159	16
0.8	2.4	0.9	81.6	184,060	18,406	1,841	184	18
0.77	2.3	0.8	78.8	211,855	21,186	2,119	212	21
0.73	2.2	0.7	75.8	241,964	24,196	2,420	242	24
0.7	2.1	0.6	72.6	274,253	27,425	2,743	274	27
0.67	2	0.5	69.1	308,538	30,854	3,085	309	31
0.63	1.9	0.4	65.5	344,578	34,458	3,446	345	34
0.6	1.8	0.3	61.8	382,089	38,209	3,821	382	38
0.57	1.7	0.2	57.9	420,740	42,074	4,207	421	42
0.53	1.6	0.1	54.0	460,172	46,017	4,602	460	46
0.5	1.5	0	50.0	500,000	50,000	5,000	500	50
0.47	1.4	-0.1	46.0	539,828	53,983	5,398	540	54
0.43	1.3	-0.2	42.1	579,260	57,926	5,793	579	58
0.4	1.2	-0.3	38.2	617,911	61,791	6,179	618	62
0.37	1.1	-0.4	34.5	655,422	65,542	6,554	655	66
0.33	1	-0.5	30.9	691,462	69,146	6,915	691	69
0.30	0.9	-0.6	27.4	725,747	72,575	7,257	726	73
0.27	0.8	-0.7	24.2	758,036	75,804	7,580	758	76
0.23	0.7	-0.8	21.2	788,145	78,814	7,881	788	79
0.20	0.6	-0.9	18.4	815,940	81,594	8,159	816	82
0.17	0.5	-1	15.9	841,345	84,134	8,413	841	84
0.13	0.4	-1.1	13.6	864,334	86,433	8,643	864	86
0.10	0.3	-1.2	11.5	884,930	88,493	8,849	885	88
0.07	0.2	-1.3	9.7	903,199	90,320	9,032	903	90
0.03	0.1	-1.4	8.1	919,243	91,924	9,192	919	92
0.00	0	-1.5	6.7	933,193	93,319	9,332	933	93

## Anexo IV – Exemplo de desdobramento de referências.

REFERÊNCIA 31*		REFERÊNCIA 35*		REFERÊNCIA 37*	
31000597	G PRATO RASO 29 KARMA H	35001885	PRATO RASO 29 KARMA H GREY	37003054	G PRATO 28 KARMA GREY
				37003506	G SET 3 PÇS KARMA CINZA REATIVO
		35001886	PRATO RASO 29 KARMA H TURQUESA	37003064	G PRATO 28 KARMA TURQUESA
				37003329	G PRATO 28 KARMA TURQUESA TJX
				37003916	G PRATO 28 KARMA TURQUESA KOREA
		35002093	PRATO RASO 29 KARMA H SAFIRA	37003407	G PRATO 28 KARMA SAFIRA IS
		35002097	PRATO RASO 29 KARMA H VERM REAT	37003411	G PRATO 28 KARMA VERMELHO REATI IS
		35002155	PRATO RASO 29 KARMA H EXUBERANT	37003562	G PRATO RASO 29 KARMA H EXUBERANT
		35002164	PRATO RASO 29 KARMA H FLORAL SCENT	37003549	G PR RASO 29 KARMA H FLORAL SCENT
				37003976	G PR RASO 29 KARMA H FL SCENT COIN
		35002197	G PRATO RASO 29 KARMA H SAUVAGE (VERD)	37003592	G PRATO RASO 29 KARMA H SAUVAGE
				37004035	G PR RASO 29 KARMA H SAUVAGE ANTHR
				37004056	G PR RASO 29 KARMA H SAUVAGE ANTHR
				37004130	G PR RASO 29 KARMA H SAUVAG GEMINI
		35002253	PRATO RASO 29 KARMA H WHISPER (TRANS MAT)	37003646	G PRATO RASO 29 KARMA H WHISPER
				37003947	G PRATO RASO 29 KARMA H WHISP ALV
		35002406	PRATO RASO 29 KARMA H BRONZE	37003890	G PRATO RASO 29 KARMA BRONZE IS
		35002433	PRATO RASO 29 KARMA H SCARLET (LAR/BR)	37003926	G PR 29 RASO KARMA (V1) SCARLET G
		35002434	PRATO RASO 29 KARMA H SCARLET (LAR)	37003927	G PR 29 RASO KARMA (V2) SCARLET G
		35002483	PRATO RASO 29 KARMA H AZUL REATIVO	37003987	G PRATO RASO 29 KARMA AZ REAT TJX
		35002542	G PRATO RASO 29 KARMA H WILD ROSE	37004115	G PRATO RASO 29 KARMA H WILD ROSE

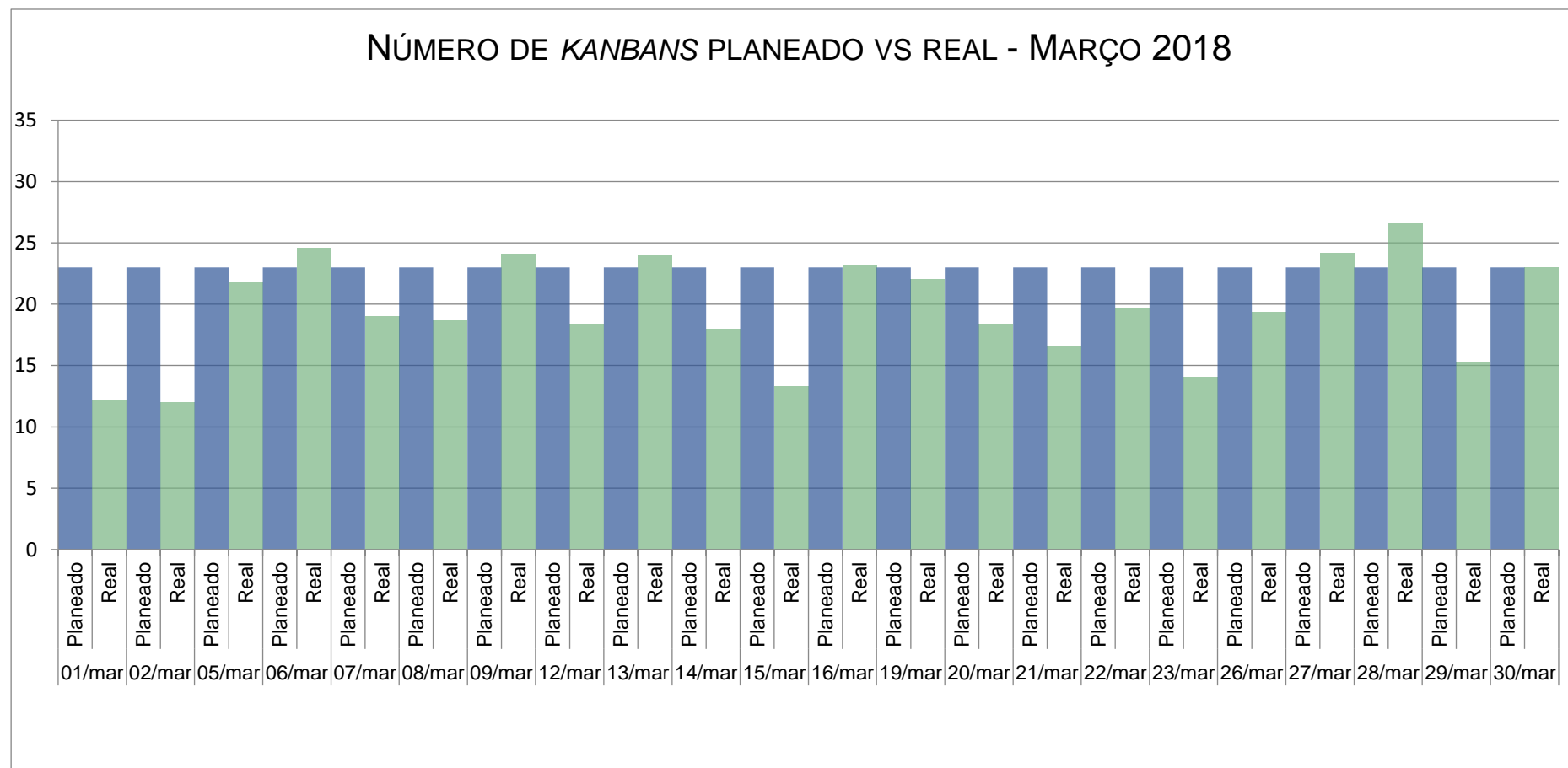
## Anexo V – Diagrama BPMN do processo de satisfação de encomendas.



Anexo VI – Número de peças por *kanban* consideradas para o quadro de nivelamento de decoração.

REFERÊNCIA 35	DESIGNAÇÃO 35	PCS/CRT
35002155	PRATO RASO 29 KARMA H EXUBERANT	<b>57</b>
35002156	PRATO SOBREMESA 23 KARMA H EXUBERANT	<b>75</b>
35002157	TAÇA CEREAL 17 KARMA H EXUBERANT	<b>38</b>
35002158	PRATO FUNDO 27 KARMA H EXUBERANT	<b>25</b>
35002161	TRAVESSA 38 KARMA H EXUBERANT	<b>28</b>
35002160	SALADEIRA 25 KARMA H EXUBERANT	<b>19</b>
35002159	CANECA KARMA H EXUBERANT	<b>50</b>
35002162	PRATO MARCADOR 33 KARMA H EXUBERANT	<b>28</b>
35002343	TAÇA CEREAL 835 TERRA EXUBERANT	<b>38</b>
35002200	PRATO FUND 27 KARMA H SAUV(BR MAT/VERD)	<b>30</b>
35002202	SALADEIRA 25 KARMA H SAUV (BR MAT/VERD)	<b>30</b>
35002206	COPO TERRA SAUVAGE (BR MAT/VERD)	<b>50</b>
35002205	TRAVESSA RED 18 TERRA SAUV(BR MAT/VERD)	<b>50</b>
35002204	PRATO MARCA 32 TERRA SAUV (BR MAT/VERD)	<b>30</b>
35002207	TRAVESSA RED 40 TERRA SAUV(BR MAT/VERD)	<b>19</b>
35002241	PRATO SOBREMESA 23 NIMBUS SCARLET (LAR)	<b>75</b>
35002244	PRATO MARCADOR 33 KARMA H SCARLET (LAR)	<b>60</b>
35002246	SALADEIRA 25 KARMA H SCARLET (LAR/BR)	<b>60</b>
35002243	CANECA NIMBUS SCARLET (LAR)	<b>100</b>
35002247	TRAVESSA 38 KARMA H SCARLET (LAR)	<b>60</b>
35002435	PRATO SOBREMESA 23 KARMA H SCAR (LAR/BR)	<b>75</b>
35002242	TAÇA CEREAL 18 NIMBUS SCARLET (LAR/BR)	<b>100</b>
35002245	PRATO FUNDO 27 KARMA H SCARLET (LAR/BR)	<b>75</b>
35002433	PRATO RASO 29 KARMA H SCARLET (LAR/BR)	<b>65</b>
35002253	PRATO RASO 29 KARMA H WHISPER(TRANS MAT)	<b>30</b>
35002254	PRATO SOBR 23 KARMA H WHISPER(TRANS MAT)	<b>50</b>
35002256	PRATO FUND 27 KARMA H WHIS(BR M/TRANS M)	<b>22</b>
35002258	SALADEIRA 25 KARMA H WHIS (BR M/TRANS M)	<b>19</b>
35002260	PRATO MARCAD 33 KARMA H WHISPER(BR MATE)	<b>28</b>
35002356	TAÇA CEREAL 835 TERRA WHIS (TRANS MATE)	<b>41</b>
35002257	CANECA KARMA H WHISPER (TRANS MATE)	<b>30</b>
35002259	TRAVESSA 38 KARMA H WHISPER (TRANS MATE)	<b>25</b>
35002255	TAÇA CEREAL 17 KARMA H WHIS (TRANS MAT)	<b>41</b>
35002261	COPO TERRA WHISPER (BR MATE)	<b>38</b>
35002262	TRAVESSA RED 40 TERRA WHIS(TRANS M/BR M)	<b>15</b>

## Anexo VII – Número de *kanbans* planeados e produção real da célula de decoração (março 2018).



## Anexo VIII – Número de *kanbans* planeados e produção real da célula de decoração (abril 2018).

